

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL



Evaluación del uso de aditivos que mejoran la calidad del huevo en aves de postura

Por:

Mario Alberto Herrera Echegaray

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México
Mayo 2026

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

Evaluación del uso de aditivos que mejoran la calidad del huevo en aves de postura

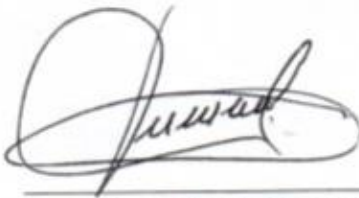
Por:

Mario Alberto Herrera Echegaray

MONOGRAFÍA

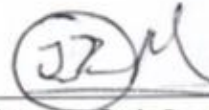
Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial
para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

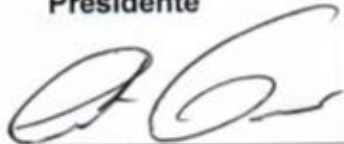


MVZ. Jesús Gaeta Covarrubias
Presidente

Aprobada por:



Dra. Julieta Ziomara Ordoñez Morales
Vocal



MC. Carlos Gerardo Gómez Moreno
Vocal



MC. Guadalupe Hermenegildo Pérez Vázquez
Vocal suplente externo



MVZ. Eric Alejandro Reyes Ramírez
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México
Mayo 2026

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

Evaluación del uso de aditivos que mejoran la calidad del huevo en aves de postura

Por:

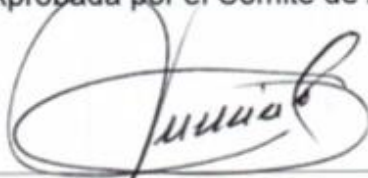
Mario Alberto Herrera Echegaray

MONOGRAFÍA

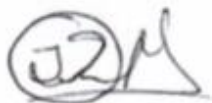
Presentado como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

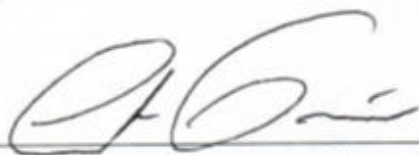
Aprobada por el Comité de Asesoría:



MVZ. Jesús Gaeta Covarrubias
Asesor Principal



Dra. Julieta Ziomara Ordoñez Morales
Coasesor



MC. Carlos Gerardo Gómez Moreno
Coasesor



MVZ. Eric Alejandro Reyes Ramírez
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México
Mayo 2026



AGRADECIMIENTOS

A Dios y a mi Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por brindarme las herramientas necesarias para llegar a este punto, a mis maestros de todas las asignaturas por brindarme de su tiempo y conocimiento, sobre todo a mis asesores la Dra. Julieta Ziomara Ordoñez Morales, MVZ. Jesús Gaeta Covarrubias y MC. Carlos Gerardo Gómez Moreno por asesorarme en este trabajo de recopilación de información.

Muchas gracias.

DEDICATORIA

Por donde empiezo...

Gracias a dios por darme el día,

A mis padres por traerme a este mundo, a mi madre por su

Cariño, a mis hermanos por su apoyo.

**A mi tío Israel por criarme, mi padrino Carlos y Isela por pagar
mi primer viaje y maleta a Torreón.**

**A mi padre Claro y tío Roque por apoyarme, darme palabras de
ánimos, y el ejemplo de nunca rendirme, hoy que están en el
cielo sé que estarían muy orgullosos.**

**A mis abuelos por siempre brindarme un hogar cuando fue
necesario.**

**A mi hermano mayor Axel por darme el consejo de irme a
Torreón.**

A mi amigo Juan por pagarme mis fichas de la Universidad.

**A mí maestra Nayeli Jeovanni Aguilar Segura por inspirarme a
ser MVZ,**

Y todos mis docentes a lo largo del trayecto.

**A toda mi familia y amigos que siempre me recibieron con todo
en vacaciones y a mis amigos que se hicieron mis hermanos en
este camino...Gracias.**

**Ustedes sin mi seguirían siendo los mismos, pero yo sin
ustedes no estaría aquí.**

INDICE

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	ii
I. INTRODUCCIÓN	1
Objetivo general.....	2
II. Revisión de Literatura	3
2.1 La importancia del huevo.....	3
2.2 El huevo en México.....	3
2.3 Alimentación	5
2.4 Microbiota intestinal.....	5
2.5 Composición del huevo.....	6
2.6 Problemática en el cascaron de huevo.....	8
2.7 Aditivos	9
2.8 Aditivos para la fabricación de piensos	11
2.8.1 Antioxidantes.....	11
2.9 Aditivos para alimentación que mejoran el rendimiento.....	12
2.9.1 Enzimas	12
2.9.2 Enzimas que se utilizan para evitar los efectos antinutricionales de la soya.....	13
2.9.3 Probióticos y Prebióticos	13
2.9.4 Probióticos	14
2.9.5 Prebióticos	15
2.9.6 Aditivos fitogénicos	16
2.9.7 Orégano.....	16
2.9.8 Cúrcuma y achiote.....	17
2.9.9 Harina de moringa	17
2.9.10 Cannabis como aditivo.....	17
2.10 Aditivos nutricionales para alimentos.....	17
2.10.1 Oligoelementos	18
2.10.2 Vitaminas.....	18
2.10.3 Harina de remolacha como fuente de vitamina B	18
2.10.4 Fibra	19
2.11 Aditivos para alimentos que mejoran la salud animal.....	19
2.11.1 Acidificantes	19

2.11.2 Coccidiostaticos	20
2.11.3 Ácidos orgánicos.....	20
2.11.4 Antimicrobianos promotores de crecimiento (AGP) como aditivos	21
3.2 Utilización en codornices	21
3.3 Aditivos en aves de engorda.....	22
IV CONCLUSIÓN.....	24
V. REFERENCIAS	25

Índice de figuras

Figura 1 Va en aumento la producción de huevo en México (Tomado de Unión Nacional de Avicultores, 2025).....	4
Figura 2 Consumo y producción de huevo en México (Tomado de BM Editores, 2023).	4
Figura 3 La biología del huevo de gallina. Steemit (Tomado de Armando, 2018).	8
Figura 4 Clasificación de los aditivos según la Comisión Europea (Tomado de Pandey et al., 2019).....	10
Figura 5 Fuentes naturales de antioxidantes con aplicabilidad en la alimentación avícola (Tomado de Tuță et al., 2023).	12

Resumen

El propósito de esta recopilación de información es adquirir conocimiento acerca del empleo de aditivos en la industria avícola para optimizar la calidad del cascarón del huevo en las aves. En este documento explica desde la formación del huevo en aves, su importancia, que es un aditivo y como aprovecharlos en las dietas de estas mismas, no obstante, también podremos identificar sus efectos que logran influir en sus rasgos si no también como se involucran no solo en el huevo si no también en las aves desde el crecimiento, producción, aporte de nutrientes, color de pluma, fortalecimiento del sistema inmune, ganancia corporal, reducción de costos económicos en la dieta, palatabilidad y no solo eso sino que estos son aprovechados en pollos de engorda y codornices. Se han puesto a prueba muchos aditivos desde vitaminas, minerales, probióticos entre otros con la finalidad de llegar a saber cuáles nos ayudaran en el cascaron del huevo y cuales otros beneficios podremos lograr en el uso de ellos para así aprovecharlos en nuestras producciones, cumplir con la demanda que genera nuestra población y llevar al mercado el mejor producto posible con el uso de los aditivos.

Palabras clave: Características, Huevo, Aditivos, Calidad

Abstract

This collection of information or monograph called the use of additives in the eggshell in laying birds aimed to obtain knowledge and information on the use of additives in the poultry industry to improve the quality of the eggshell in birds. In this document it explains from the formation of the egg in birds, its importance, what is an additive and how to take advantage of them in their diets, however, we can also identify their effects that manage to influence their traits if not also how they are involved not only in the egg but also in the birds from growth, production, nutrient intake, feather color, strengthening of the immune system, body gain, reduction of economic costs in the diet, palatability and not only that but these are used in broiler chickens and quails. Many additives, from vitamins, minerals, probiotics, and others, have been tested to determine which ones will help us with the eggshell and what other benefits we can achieve by using them. This will allow us to take advantage of them in our production, meet the demand generated by our population, and bring to market the best possible product with the use of additives.

Key words: Characteristics, Egg, Additives, Quality

I. INTRODUCCIÓN

Los huevos son una fuente valiosa de una amplia gama de nutrientes y, por lo tanto, una inclusión útil en un patrón de alimentación saludable. Los huevos son una fuente rica de proteínas y varios nutrientes esenciales, en particular vitamina D, vitamina B12, selenio y colina. Tradicionalmente, los huevos se han utilizado como el estándar de comparación para medir la calidad de las proteínas debido a su perfil de aminoácidos esenciales (AAE) y su alta digestibilidad (Rafed *et al.*, 2024).

Dentro de las características importantes del huevo es la cáscara o cascaron el cual representa entre el 10 y el 12% de su peso (Neunzehn *et al.*, 2015). Los huevos rotos (o agrietados) son una causa importante de pérdida económica, ya que las bacterias pueden penetrar la cáscara, causando un problema de seguridad alimentaria. El ambiente externo y el defecto genético de las gallinas ponedoras son los principales factores que causan huevos rotos (Wolc *et al.*, 2012).

La industria del huevo enfrenta varios desafíos, siendo el más urgente proporcionar productos saludables y de alta calidad a los consumidores cita. En los últimos años, la demanda del mercado por alimentos funcionales ha aumentado. Las modificaciones y alteraciones en la composición de la dieta de las gallinas ponedoras impactan en gran medida la composición nutricional del huevo y la preservación de su calidad. cita Estos cambios dietéticos pueden mejorar potencialmente las concentraciones de ácidos grasos y pigmentos, mientras disminuyen los niveles de colesterol malo en los huevos (El-Sabrout *et al.*, 2022).

Actualmente la industria avícola utiliza los aditivos alimentarios los cuales son esenciales para optimizar la salud, el bienestar y la productividad. Por lo cual esta estrategia es crucial para reducir el estrés ambiental y mejorar el bienestar general de las aves (El-Sabrout *et al.*, 2024).

Objetivo general

Dar a conocer en la revisión de literatura la importancia del uso de aditivos en la alimentación que puedan mejorar la calidad del huevo sin afectar la producción de aves productoras de huevo.

II. Revisión de Literatura

2.1 La importancia del huevo

La producción de huevos es una de las características económicas agrícolas más cruciales en las aves de producción (Fu *et al.*, 2023).

Los huevos proporcionan nutrientes valiosos como parte de una dieta equilibrada. Además, sirven como una muy buena fuente de proteínas de alta calidad de origen animal y a bajo costo, los cuales contienen componentes biológicos útiles para el cuerpo y también tienen una excelente utilización (Pal y Molnár., 2021). Puglisi y Fernández (2022), mencionan que la proteína de huevo es una fuente óptima de aminoácidos esenciales y tiene una digestibilidad muy alta, alcanzando la calificación más elevada posible en cuanto a aminoácidos corregida por digestibilidad de proteínas, además su contenido de vitamina D es el más significativo; el de hierro, calcio y fósforo es excepcional (Pal y Molnár, 2021).

Los huevos son una buena fuente de nutrientes como proteínas, vitaminas (como B2, B12, A, D, K y ácido fólico), minerales (como selenio, yodo y hierro) y sustancias funcionales como la luteína, proteínas bioactivas y ácidos grasos especiales, por lo tanto, estos componentes tienen alta biodisponibilidad a partir de los huevos. Con un enriquecimiento moderado de nutrientes de acuerdo con las recomendaciones para la fortificación de alimentos, los huevos podrían desempeñar un papel importante como alimento funcional (Baum, 2005).

2.2 El huevo en México

Una de las metas más relevantes de la avicultura en México, desde que comenzó a mediados del siglo XX, es proveer a la población con alimentos que tengan un alto contenido proteico y sean de buena calidad (CEDRSSA, 2019).

El huevo es un alimento esencial en la alimentación de los mexicanos; es una fuente de proteínas de altísima calidad, mejor que las de la carne y la leche (Torre *et al.*, 2012). Según los datos de la Unión Nacional de Avicultores (UNA, 2025), en México se producen 140 millones de huevos diariamente.

Debido a que tiene un alto contenido de proteínas y está disponible en gran medida en el mercado, el huevo es importante para la dieta humana; además, es fácil de preparar y su precio es competitivo frente al de otras fuentes proteicas de

origen animal (Cruz et al., 2016). Con un consumo de 24 kg por persona, México es el país que más huevos consume a nivel global (UNA, 2025).



Figura 1 Va en aumento la producción de huevo en México (Tomado de Unión Nacional de Avicultores, 2025).

Pese a las presiones, México mantuvo su ritmo productivo. Estados como Jalisco, Puebla, Sonora y Yucatán sostuvieron el suministro interno y evitaron un desabasto mayor. El país se consolidó, así como uno de los cuatro principales productores mundiales de huevo, con más de 3 millones de toneladas anuales (López D. 2025).

El tiempo de vida de anaquel del huevo fresco, sin que se presenten alteraciones significativas en sus características organolépticas, es decir, su consumo preferente es de 28 días después de la puesta (Chavarías M., 2014).



Figura 2 Consumo y producción de huevo en México (Tomado de BM Editores, 2023).

2.3 Alimentación

La alimentación de los animales en producción animal es uno de los principales costes de las granjas. (Pablos *et al.*, 2023). Se acepta que la mayoría de las gallinas ponedoras se alimentan con una dieta completa, formulada comercialmente para proporcionar los nutrientes necesarios para una salud, producción de huevos y bienestar óptimos (Bryden W. *et al.*, 2021).

Para mejorar la calidad del huevo, es fundamental alimentar bien a las gallinas, el peso del huevo, al igual que la proporción de yema y clara (aunque en este caso en menor medida), se ven alterados por el peso de la gallina cuando pone, las densidades proteicas y energéticas de los alimentos, los contenidos de ácidos grasos y aminoácidos, así como el modo en que se suministra la comida durante el día (Bouvarel *et al.*, 2011).

El pienso y lo que consumen los animales es la primera pieza en la cadena alimentaria; por ende, optimizarlos asegura alimentos seguros y de alta calidad (Pablos *et al.*, 2023).

El perfil del huevo en oligoelementos (como el manganeso, el selenio y el yodo), ácidos grasos y vitaminas liposolubles (A, D, E y K) muestra la cantidad de estos nutrientes que se aportan a través de la dieta (Bouvarel *et al.*, 2011).

Los aditivos para alimentos de animales se emplean en todo el mundo con diferentes tipos de ganado, incluyendo las aves de corral, por varias razones, las se utilizan para. brindar nutrientes esenciales, incrementar la palatabilidad del alimento, mejorar su rendimiento de crecimiento y optimizar el uso del alimento (Pandey *et al.*, 2019).

2.4 Microbiota intestinal

El microbiota intestinal de las aves de corral es, sin duda, un protagonista en la mejora del rendimiento animal. (Ribeiro A. G., 2021). El desarrollo temprano del microbiota intestinal en las aves de corral cumple una función relevante en cuanto a la salud, el rendimiento productivo y la resistencia frente a infecciones causadas por microorganismos (Kers J. *et al.*, 2018).

Para ello, es necesario estar siempre profundizando en los estudios sobre el rendimiento de este microbiota en el entorno intestinal, para luego potenciar su

actividad a través de los aditivos idóneos, sin causar daños nutricionales a su huésped (Ribeiro A. G., 2021). Ding J. *et al.* (2017) respaldan la hipótesis de que parte de los colonizadores microbianos presentes en los embriones tempranos se heredaron de las gallinas maternas, y que la abundancia y diversidad microbiana intestinal se vio influenciada por factores ambientales y la variación genética del huésped durante el desarrollo.

La fisiología animal colabora distribuyendo microorganismos con funciones específicas a lo largo del tracto gastrointestinal, estos agentes pueden actuar de acuerdo con sus especificidades, promoviendo la mejora nutricional y de defensa de las aves (Ribeiro A. G., 2021).

El tracto gastrointestinal contiene una abundante comunidad de microorganismos, los cuales tienen un rol fundamental en el desarrollo y la salud aviar, al colaborar en la optimización de la absorción de nutrientes y en el fortalecimiento del sistema inmunológico de las aves (Xiao, Y. *et al.*, 2017).

Entre los 196 géneros anotados, 65 se consideraron microbios esenciales presentes en embriones, pollitos y gallinas madres, como *Halomonas*, *Lactobacillus*, *Bacteroides* y *Enterococcus*. *Halomonas* presentó una alta abundancia en embriones y gallinas madres, con una tendencia decreciente en pollitos (Ding J. *et al.*, 2017).

2.5 Composición del huevo

Se considera que los huevos de gallina constituyen la comida ideal que provee la naturaleza (Lesnierowski y Stangierski, 2018).

El huevo es un alimento muy nutritivo que incluye vitaminas, proteínas, lípidos y micronutrientes. Puede ser cocinado para su consumo o transformado en productos para diversas aplicaciones alimentarias. Para mejorar la salud de las personas, es posible incrementar algunos componentes presentes en los huevos. Los factores de gestión, como la alimentación, el alojamiento y la limpieza, tienen un rol esencial en la conformación, calidad, seguridad alimentaria y apariencia visual del huevo (Chambers *et al.*, 2017).

Además, la cáscara de huevo aporta nutrientes que los minerales del cuerpo humano absorben fácilmente; el calcio es el mineral más significativo (Lesnierowski y Stangierski, 2018).

La yema de huevo es una fuente bien conocida de zeaxantina y luteína altamente biodisponibles, lo que podría incrementar el consumo diario de estos carotenoides, particularmente con la existencia de huevos enriquecidos con zeaxantina o luteína (El-Sayed et al., 2017).

La clara de huevo es un magnífico recurso natural de proteínas de calidad elevada, que contienen gran cantidad de aminoácidos esenciales. La yema es rica en carotenoides, aminoácidos aromáticos, proteínas, vitaminas, fosfolípidos y antioxidantes (Lesnierowski y Stangierski, 2018).

Según Cheng et al. (2025). Los fosfolípidos de yema de huevo son productos con valor comercial que tienen efectos positivos sobre la salud de las personas.

Los huevos son una fuente importante de colina, minerales (como calcio, zinc y hierro), proteínas de alta calidad y vitaminas (por ejemplo, riboflavina, A y B12) (Réhault et al., 2019).

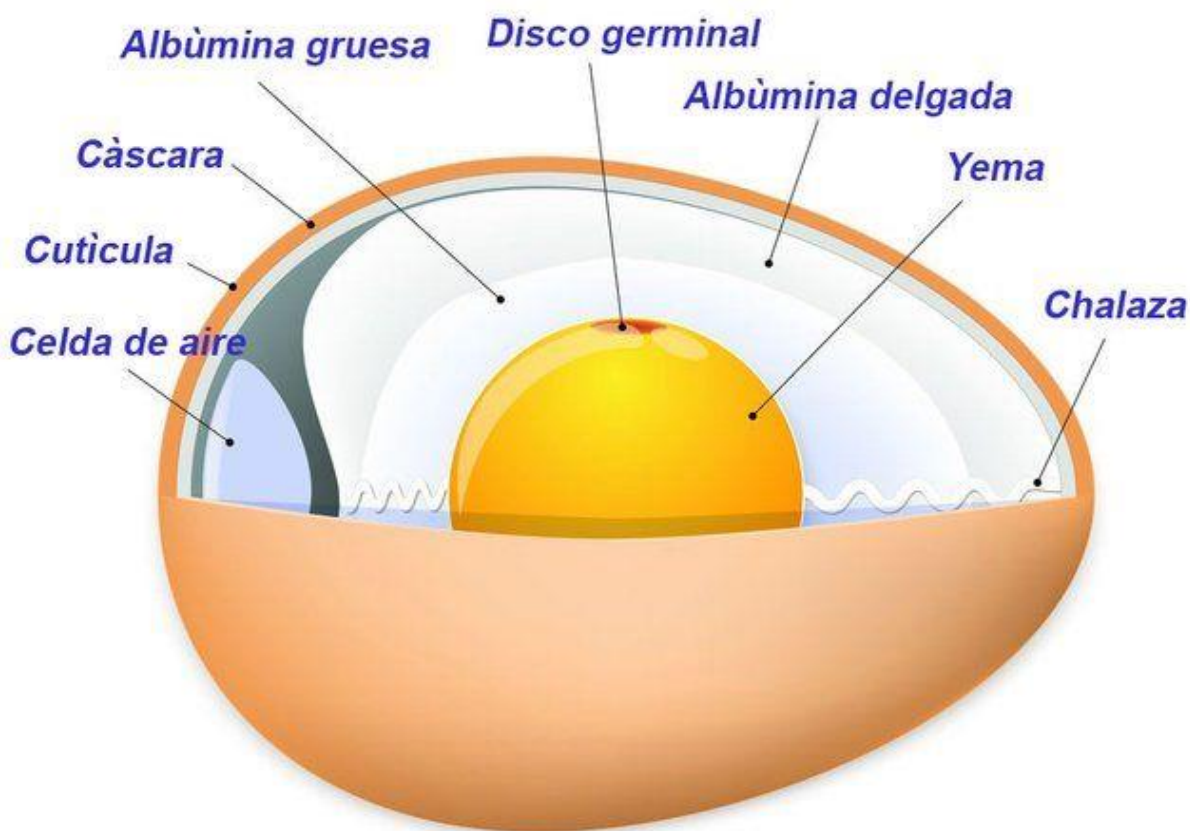


Figura 3 La biología del huevo de gallina. Steemit (Tomado de Armando, 2018).

2.6 Problemática en el cascaron de huevo

Se evidenció que la calidad en el cascarón del huevo se ve afectada por el genotipo, la edad, la dieta, el estado de salud y las condiciones de manejo, entre otros factores, mencionan que las temperaturas ambientales elevadas (más de 32-35 °C) modifican la formación del cascarón y causan una reducción importante en su grosor, resistencia y peso (Kavtarashvili y Buyarov, 2021).

Los huevos rotos (o agrietados) son una causa importante de pérdidas económicas, ya que las bacterias pueden penetrar la cáscara, causando un problema de seguridad alimentaria. cita El entorno externo y los defectos genéticos de las gallinas ponedoras son los principales factores que causan la rotura de los huevos (Wolc *et al.*, 2012).

la mayor parte de la producción de cáscaras defectuosas está causada por fallos en las razas avícolas y por estímulos del entorno externo, tales como el estrés, la temperatura, la humedad y las enfermedades (Cheng y Ning, 2023).

Daños en el cascarón del huevo durante el transporte y la postura es un problema significativo al que se enfrenta la industria avícola (Kalra et al., 2022).

Primero, en una jaula inapropiada, los huevos pueden deslizarse rápidamente hacia la cuna y romperse, aparte puede suceder que no se recojan los huevos en la cuna a tiempo, lo que causa que se amontonen y caigan en grietas, estas mismas también pueden producirse durante el transporte o el embalaje. Por otro lado, se puede considerar que una cáscara rota es un rasgo heredable, con una heredabilidad aproximada de entre 0,1 y 0,2 (Wolc et al., 2012).

Cuando la temperatura ambiental es elevada o se presenta el llamado estrés térmico (más de 32-35 °C), ocurre una alteración en la creación del cascarón de huevo y se produce una baja notable del peso total y proporcional (Ebeid *et al.*, 2012).

También se descubrió que los microbios en la zona del cascarón de un huevo, como *Escherichia* y *Salmonella*, tienen un impacto directo en la calidad de dicha cáscara y aceleran el proceso de hacerla translúcida por medio de la penetración bacteriana (Chousalkar et al., 2010).

Es crucial entender los elementos que influyen en la frecuencia de fracturas en los huevos, porque una disminución en la aptitud del cascarón puede ocasionar pérdidas financieras para el productor (Mazzuco y Bertechini, 2014).

2.7 Aditivos

Según la Comisión Europea, los aditivos para piensos son productos utilizados en la nutrición animal con el fin de mejorar la calidad del pienso y de los alimentos de origen animal, o para mejorar el rendimiento y la salud de los animales, por ejemplo, facilitando una mayor digestibilidad de la materia prima del pienso (Pandey et al., 2019). Otra definición de aditivos que son productos que se utilizan en pienso para mejorar la calidad del mismo y los ingredientes derivados de animales, así como el rendimiento y la salud general de los animales (Alem, 2024).

Respecto a los aditivos alimenticios, se ha investigado la eficacia de sustancias como ácidos orgánicos, prebióticos, probióticos y extractos de plantas para acrecentar la disponibilidad de minerales y optimizar la salud intestinal; esto

puede traducirse en una cáscara más robusta. Por ejemplo, varios estudios han revelado que el empleo de ciertos extractos herbales y probióticos tiene el potencial de disminuir la frecuencia con que aparecen huevos con cáscaras defectuosas y elevar la resistencia a las roturas (Świątkiewicz et al., 2015).

Los aditivos para piensos suelen clasificarse en determinadas categorías que describen su acción en el pienso o en el animal (Asociación Europea de Aditivos y Premezclas para Piensos, 2003). Estas categorías incluyen aditivos para la fabricación de piensos, aditivos para mejorar el rendimiento, aditivos para mejorar la salud animal y aditivos nutricionales para piensos (Okey, 2023).

Otra clasificación de los aditivos para piensos se clasifica en diversas categorías según diferentes parámetros.

Pueden ser de varios tipos:

- a) Según la normativa de la Comisión Europea (Figura 4).
- b) Según un enfoque holístico
- c) Según su origen y función (Pandey et al., 2019)



Figura 4 Clasificación de los aditivos según la Comisión Europea imagen (Tomado de Pandey et al., 2019).

En esta revisión nos basaremos en la clasificación de la Asociación Europea De Aditivos y Premezclas para piensos, 2023.

2.8 Aditivos para la fabricación de piensos

Esta clasificación se refiere a un grupo de aditivos que influyen en los aspectos tecnológicos del alimento, el cual no influyen directamente en su valor nutricional, pero pueden hacerlo indirectamente al mejorar su manipulación o características higienicas, algunos ejemplos de esta clase de aditivos son los:

- a) Agentes antifúngicos
- b) Los aglutinantes de pellets,
- c) Los antioxidantes
- d) Los saborizantes para alimentos, entre otros (Okey, 2023).

2.8.1 Antioxidantes

En los últimos años, los aditivos alimentarios vegetales (AAV), los aceites esenciales y sus subproductos han despertado un creciente interés en la nutrición del ganado por sus beneficios positivos sobre el rendimiento y la salud animal. Debido a su composición, los extractos vegetales presentan diversas moléculas con bioactividades inherentes sobre el metabolismo y la fisiología animal ((Manuelian *et al.*, 2021)). Los impactos significativos de los AAV en la ingesta de comida, el crecimiento y su aprovechamiento zootécnico de animales han sido documentados por numerosos estudios. Asimismo, incluir AAV en la comida para aves de corral aumenta la capacidad productiva, la digestión y la asimilación de compuestos, y reduce la resistencia de los patógenos a lo largo del tracto gastrointestinal (Tuță *et al.*, 2023). Esto es así por sus aportes fisiológicos.

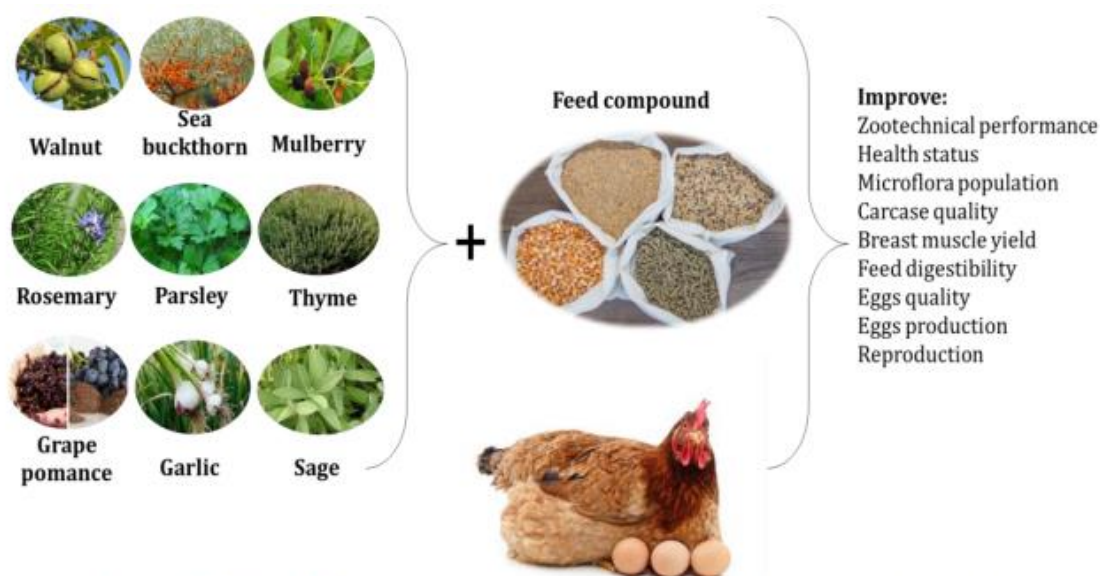


Figure 1. Natural antioxidant sources with applicability in poultry feed

Figura 4 Fuentes naturales de antioxidantes con aplicabilidad en la alimentación avícola (Tomado de Tuță et al., 2023).

2.9 Aditivos para alimentación que mejoran el rendimiento

Como su nombre lo indica, estos aditivos mejoran el rendimiento de los animales cuando se incluyen en los piensos. Los cuales son los parámetros de crecimiento, como índice de rendimiento, incluye medidas como el peso, la ganancia de peso, la conversión alimenticia y la eficiencia alimentaria, con el fin de evaluar el desarrollo de los pollos (Okey, 2023).

Los aditivos naturales en la alimentación animal pueden mejorar la productividad y el rendimiento, al aumentar la digestibilidad y mantener y estabilizar la microflora beneficiosa en el intestino; mejorar la calidad de los productos animales también puede influir positivamente en el medio ambiente (Placha et al., 2022).

Los aditivos para piensos de esta categoría incluyen: enzimas, probióticos, xantofilas, prebióticos, simbióticos, acidificantes, fitogénicos y adsorbentes o aglutinantes (Okey, 2023).

2.9.1 Enzimas

La fitasa, una enzima, contribuye a optimizar el aprovechamiento del fósforo y otros nutrientes que están completados con el ácido fítico (fitato) de la soya. Por

lo tanto, se infiere que es necesario suplementar con enzimas los alimentos para aves con el fin de optimizar absorción de los alimentos (Lagos, 2008).

2.9.2 Enzimas que se utilizan para evitar los efectos antinutricionales de la soya

Fitasa: La fitasa incrementó de manera significativa el aumento de peso corporal en la primera etapa, sin alterar ni la eficiencia ni la ingesta del alimento (Silversides *et al.*, 2006).

Proteasas: El uso de las proteasas se ha estudiado en la producción avícola y ha dado como resultado un aumento en la utilización de proteínas y de los péptidos libres aumentando la biodisponibilidad de nutrientes en la luz intestinal (Ravindran *et al.*, 2008).

Celulasas y xilanasas: Estas enzimas ayudan a degradar los polisacáridos no amiláceos (PNA) presentes en la soya, reduciendo su efecto negativo sobre la viscosidad intestinal y la absorción de nutrientes (Khattak *et al.*, 2010).

Galactosidasas: Estas enzimas colaboran descomponiendo oligosacáridos como la estaquiosa y la rafinosa, los cuales son capaces de generar problemas digestivos en las aves. Asimismo, se ha comprobado que la utilización conjunta de distintas enzimas en las dietas con pasta de soya es más eficaz que el empleo individual de cada una (Karr-Lilienthal *et al.*, 2005; Liu *et al.*, 2021).

2.9.3 Probióticos y Prebióticos

Se ha comprobado en algunos estudios que el uso de prebióticos y probióticos como aditivos no solo estimula una modulación positiva del microbiota intestinal, sino que también genera efectos inmunomoduladores capaces de disminuir el estrés inmunitario (Nunes, 2008).

Durante el periodo de 1 a 42 días de vida, se pueden emplear aditivos que son alternativas a los antimicrobianos promotores del crecimiento en la alimentación de pollos de engorde. Esto no afecta ni la eficiencia, ni la calidad de la carne, ni el rendimiento del canal y cortes (Santos *et al.*, 2015).

El uso de aditivos equilibradores del microbiota alternativo a los antibióticos, como los prebióticos, los probióticos y los simbióticos, se hace indispensable,

porque son naturales, no causan resistencia bacteriana y promueven beneficios mutuos para la salud animal (Silva *et al.*, 2021).

Se trataron temas generales sobre la aplicación de aditivos zootécnicos para balancear la flora intestinal en las raciones de aves de engorde y ponedoras, enfatizando el empleo de prebióticos, en particular los manano-oligosacáridos (MOS), que fomentan el crecimiento de comunidades microbianas que optimizan las condiciones de luz. La aplicación de aditivos para equilibrar la flora intestinal ha mostrado mejoras en el rendimiento (incremento de la producción y transformación de alimentos), la calidad del producto final y la integridad del epitelio intestinal (mayor altitud y amplio de vellosidades). Además, se han tratado cuestiones relacionadas con las cualidades, el mecanismo de acción y el sustituto de antibióticos (De Lemos *et al.*, 2016).

2.9.4 Probióticos

Los probióticos son biopreparados que contienen células vivas o metabolitos de microorganismos autóctonos estabilizados. Estos mejoran la colonización y la composición de la microflora intestinal, tanto en humanos como en animales, y tienen un efecto estimulante sobre los procesos digestivos y la inmunidad del macroorganismo (Fuller, 1992).

Desde hace más de un siglo se conocen las ventajas de los probióticos, y desde hace más de medio siglo se les considera beneficiosos en aves de corral. Los probióticos tienen la capacidad de influir positivamente en la sostenibilidad del desempeño y el anfitrión tendrá ventajas para su vitalidad. Dentro de estos, las bacterias que producen ácido láctico y varias especies *Bacillus* spp. son los más utilizados en la industria ganadera, ya que generan esporas inertes resistentes al calor, que se reactivan con facilidad y pueden crecer, activarse y multiplicarse cuando entran en contacto con un medio adecuado (Cufadar *et al.*, 2024).

De acuerdo con nuestros descubrimientos, determinamos que la administración de probióticos que incluían *C. butyricum* y una mezcla de *S. boulardii* y *P. acidilactici* en la alimentación de las gallinas ponedoras contribuyó positivamente al crecimiento intestinal. Específicamente, el *C. butyricum* dietético tiene un

impacto positivo considerable en la productividad de las gallinas ponedoras y ayuda a que la morfología intestinal sea normal (Xiang *et al.*, 2019).

Un ejemplo de los beneficios de los probióticos según la investigación de (Zhang *et al.*, 2012). Tuvieron efectos positivos sobre el colesterol HDL, LDL, TG y sérico. Estos hallazgos indican que los probióticos tienen el potencial de fortalecer el sistema inmunológico.

Se les considera a los probióticos como aditivos alimentarios que son una alternativa a los antibióticos y se pueden describir como suplementos alimenticios microbianos que tienen un efecto positivo en el huésped porque mejoran su equilibrio de microorganismos en el intestino. Los probióticos fortalecen el sistema inmunológico, luchan contra los parásitos, favorecen el crecimiento y la producción de aves de corral, protegen al huésped frente a agentes patógenos y optimizan la fortaleza ósea (Khan y Naz, 2013).

Se han asociado las distintas formas de actuar con los efectos positivos de los probióticos en la producción animal. La razón principal por la que todas las especies de aves de corral que fueron alimentadas con probióticos mejoraron su desempeño productivo fue porque los probióticos incentivaron los procesos metabólicos de digestión y uso de nutrientes. La suplementación de la dieta con probióticos tiene el potencial de afectar estos procesos al llevar a cabo actividades enzimáticas, acelerar el tránsito digestivo y descomponer los ácidos y sales biliares, según han demostrado investigaciones experimentales (Ezema, 2013).

2.9.5 Prebióticos

Los prebióticos más estudiados, como los aditivos alimentarios para aves de corral son manano oligosacáridos (MOS), glicoligacáridos (GOS) y el fructooligosacáridos (FOS). El efecto de prebióticos positivos (MOS) fue detectado por Rostagno *et al.* (2003).

Los prebióticos son aditivos alimentarios que tienen la capacidad de elegir bacterias **T**GI (Tracto gastrointestinal) que aportan beneficios al huésped de distintas formas, entre ellas, el mejoramiento del rendimiento, la salud aviar y la prevención de la aparición de patógenos (Ricke *et al.*, 2020).

2.9.6 Aditivos fitogénicos

Los aditivos fitogénicos, que también se conocen como nutracéuticos o fitobióticos, son productos derivados de las plantas. Incluyen una extensa variedad de hierbas y especias, así como artículos resultantes, tales como extractos, aceites esenciales y resinas (Windisch *et al.*, 2008).

Se espera que, en los años venideros de investigación que incluya el empleo de aditivos fitogénicos en la nutrición de las aves de corral, se desarrollen para incrementar el interés del sector avícola en utilizar estos aditivos como alternativa a los antimicrobianos y a los promotores del crecimiento por lo tanto la aplicación de aditivos fitogénicos en la avicultura puede ser viable, pues posibilita que se obtengan resultados superiores en cuanto a rendimiento y digestión, además de mejorar la viabilidad del crecimiento con un índice de eficiencia productiva más alto, sobre todo en circunstancias de desafío sanitario (Fernández *et al.*, 2015). Con el propósito de determinar sus consecuencias en la función y salud del aparato digestivo, además de sus efectos en la salud y bienestar sistémico de las aves, la eficacia productiva de los bandos, la seguridad alimentaria y el impacto medioambiental, se han ensayado extensamente los aditivos fitogénicos para alimento en la producción avícola. Estos aditivos alimentarios, que se derivan de plantas y están compuestos por hierbas, especias, frutas y otros elementos vegetales, poseen una gran variedad de componentes bioactivos. Los documentos publicados en relación a la adición de aditivos fitogénicos presentan resultados contradictorios sobre su eficacia en la producción avícola (Abdelli *et al.*, 2021).

2.9.7 Orégano

El aceite esencial de orégano tiene muchos beneficios, y puede ser una fuente potencial de mejora de la salud en las gallinas ponedoras. El aceite esencial de orégano puede ser una buena opción para los productores para maximizar la longevidad de su parvada y aumentar el beneficio potencial de los huevos (Jonhson *et al.*, 2025).

Según Gul *et al.* (2019), la administración de 200 mg/kg de aceite de orégano en los alimentos tuvo los resultados más positivos en la calidad y el rendimiento de

los huevos, así como en la morfología intestinal y contra el estrés oxidativo en las puestas.

2.9.8 Cúrcuma y achiote

El rendimiento óptimo, en términos de recolecta mensual de huevos y producción de huevos por gallina por día, fue con el uso de cúrcuma para los huevos seguido de semilla de achiote. Cuando las gallinas nativas fueron expuestas a estos aditivos, se observaron resultados alentadores: disminuyeron las tasas de mortalidad y morbilidad. Este beneficio insospechado indica una posible conexión entre los aditivos y la salud de las gallinas. Asimismo, emplear estos aditivos da un retorno del 4-15% sobre los costos de alimentos, existencias y suplementos (Tadeo y Gaffud, 2024).

2.9.9 Harina de moringa

Las hojas de Moringa oleifera son aptas para la alimentación de aves ponedoras comerciales, con un máximo de inclusión del 6%. Esto no afecta negativamente la calidad de los huevos ni el rendimiento productivo, y además hace que las yemas se tornen más coloridas (da Silva *et al.*, 2024).

2.9.10 Cannabis como aditivo

La introducción de un 15% de harina de semilla de cáñamo (*Cannabis sativa*) en la alimentación mejora la calidad del cascarón, el rendimiento alimentario, la producción de huevos y el enriquecimiento con ácidos grasos en la yema sin provocar efectos negativos a nivel fisiológico. Cabe señalar que la temperatura de procesamiento es un elemento que incide en el tamaño de las respuestas (Elmi *et al.*, 2026).

2.10 Aditivos nutricionales para alimentos

Esta clase de aditivos para el alimento aporta los nutrientes específicos que el animal necesita para un rendimiento óptimo, esos tipos de aditivos nutricionales que necesitan los animales de granja provienen de los principales ingredientes de la ración, como el maíz, el trigo y la harina de soja, en la producción avícola

moderna, se conocen bien las necesidades nutricionales de los animales de granja y todas ellas pueden satisfacerse mediante la suplementación dietética directa de nutrientes limitantes, como vitaminas, aminoácidos y oligoelementos, los cuales son clasificados como aditivos nutricionales para alimentos (Okey,2023).

2.10.1 Oligoelementos

A pesar de necesitarse en cantidades muy pequeñas (por debajo de 100 mg/kg de materia seca), los oligoelementos son fundamentales para preservar la salud y la inmunidad, participan en la producción, el crecimiento y la reproducción. Estos funcionan como cofactores de enzimas que son fundamentales para la inmunidad animal (Yatoo *et al.*,2013).

Los oligoelementos son imprescindibles como suplementos nutricionales adicionales en la industria de producción de huevos, ya que contribuyen significativamente a la calidad y a la productividad de los mismos (Zhang *et al.*, 2021).

2.10.2 Vitaminas

En los huevos, las vitaminas K y D3 pueden ser potenciadas correctamente a través de la alimentación con dietas. La suplementación con vitamina D3 tuvo un aumento de 4,6 veces y la de vitamina K de 4,8 veces en comparación con los niveles anteriores (Park *et al.*, 2004).

Este análisis plantea que es beneficioso añadir vitaminas antioxidantes (como la E y la C) a la dieta de las gallinas ponedoras, en situaciones de estrés calórico, puede incrementarse la respuesta inmune de las aves y esto podría mejorar el rendimiento y la calidad del huevo (Asli *et al.*, 2007).

2.10.3 Harina de remolacha como fuente de vitamina B

Según Kale *et al.* (2018). La remolacha es un recurso importante de compuestos bioactivos, entre los cuales se encuentran vitaminas del complejo B —B1, B2, B3, B6 y B12—, betalaínas, carotenoides, minerales fundamentales fibra dietética y compuestos fenólicos.

El polvo de remolacha suplementado al 1 % condujo a un aumento del peso y la masa de los huevos, lo que indica una mejora en el rendimiento productivo debido

a una mayor eficiencia del pienso y a la calidad superior de los huevos. Sin tener consecuencias negativas, optimizó la conformación de ácidos grasos vitellos al disminuir los ácidos grasos saturados y elevar las concentraciones de omega-3, así como también redujo el colesterol y los triglicéridos séricos y mejoró el perfil de aminoácidos. En consecuencia, la incorporación de un 1 % de polvo de remolacha en la alimentación puede funcionar como un aditivo con potencial para respaldar la eficacia productiva, el valor nutricional del huevo y el bienestar general de las gallinas ponedoras (Ahmed *et al.*, 2026).

2.10.4 Fibra

La fibra tenía un rol complicado en la alimentación de las aves, y los estudios siguen mejorando tácticas para su mejor aprovechamiento. La fibra es ahora apreciada por sus propiedades funcionales, como una mejor salud intestinal, mayor eficiencia digestiva e integridad intestinal (Jha *et al.*, 2019).

2.11 Aditivos para alimentos que mejoran la salud animal

En esta categoría de aditivos para piensos también se incluyen antibióticos, probióticos, prebióticos, simbióticos, acidificantes y coccidiostáticos (Okey, 2023).

2.11.1 Acidificantes

Son ácidos orgánicos que se añaden a la comida para aves con el propósito de disminuir la capacidad de tamponamiento y conservar el pH ideal del alimento y del contenido intestinal, lo que evita el desarrollo de bacterias dañinas en el intestino. Los ácidos malónico, acético, fumárico, propiónico y fórmico son ejemplos de este tipo de aditivos (Ugwu y Okoli, 2017).

El uso de acidificantes logró que las gallinas ponedoras mejoraran considerablemente su desempeño, regularan la reacción inmunitaria contra la *Salmonella* y disminuyeran el contagio por dicha bacteria. Por lo tanto, añadir un producto acidificante a la dieta de las gallinas ponedoras puede ser una mejora que les dé más protección frente a la *Salmonella* (Markazi *et al.*, 2019).

2.11.2 Coccidiostáticos

Estos son productos que sirven para regular la salud intestinal de las aves por medio de efectos directos en el organismo parasitario coccidial pertinente (Williams, 2005).

El compuesto (7-benziloxy-6-n-butil-3-metoxycarbonil quinol-4-one), que se añade al alimento de forma constante en una proporción del 0,001 por ciento, ha demostrado ser eficaz para proteger de manera notable a los pollitos contra *Eimeria acervulina*, *E. brunetti*, *E. maxima*, *E. mivati*, *E. necatrix* y *E. tenella*, como lo evidencian los controles de mortalidad, aumento del peso corporal y eliminación de oocistos. Ha exhibido más de diez veces la actividad intrínseca de otros compuestos coccidiostáticos disponibles y tiene un espectro de actividad más extenso que el de la mayor parte de ellos (Ryley, 1967).

2.11.3 Ácidos orgánicos

Es un hecho científico bien conocido que el ácido orgánico es una fuente valiosa para potenciar el crecimiento y la prevención de algunas enfermedades infecciosas. Los ácidos orgánicos podrían ser una buena alternativa a los antibióticos. Los ácidos orgánicos proporcionan una alternativa sostenible y potente para maximizar la producción futura y la salud de los pollos de engorde (Khan et al., 2022).

Los ácidos orgánicos aumentaron la digestibilidad de los nutrientes mediante la disminución de las infecciones subclínicas y la secreción de mediadores inmunitarios, así como por medio de una reducción en la producción de amoníaco y otros metabolitos microbianos que obstaculizan el crecimiento; también al reducir la competencia entre los microorganismos y el huésped por los nutrientes, y las pérdidas endógenas de nitrógeno (Khan y Ipbal, 2016).

Algunos estudios concluyen que la incorporación de ácidos orgánicos como aditivos, dentro de las condiciones experimentales empleadas, tiene un impacto positivo en el peso de las aves y la obtención de huevos; no obstante, no afectan el peso del huevo ni la calidad interna del mismo (Queiroz *et al.*, 2000).

2.11.4 Antimicrobianos promotores de crecimiento (AGP) como aditivos

Con el objetivo de optimizar la salud y el crecimiento, los promotores antibióticos (AGP) se emplean frecuentemente en la avicultura; sin embargo, la resistencia a los antibióticos ha suscitado inquietudes y ha motivado la exploración de opciones alternativas. Los hallazgos indicaron que los pollos de engorde, al recibir una combinación de aditivos zootécnicos con AGPs, presentaron un crecimiento más eficiente que cuando solo recibían AGPs; sin embargo, algunas combinaciones tuvieron un impacto negativo en su estructura intestinal (De Moraes et al., 2025).

3.2 Utilización en codornices

Se encontró que los aditivos alimentarios, que se utilizan como una opción a los antibióticos en la alimentación de las codornices, no perjudicaron el rendimiento y generaron variaciones notables en los indicadores utilizados para analizar la salud intestinal (Yesilbag *et al.*, 2022).

La producción de huevos de codorniz y la tasa de conversión alimentaria mejoraron gracias a la administración de fitoaditivos. Mientras que la actividad antioxidante de los huevos y el color de la yema aumentaron gracias a la suplementación, esta misma con ajo y fenogreco disminuyó el colesterol en suero (mg/dl). También la adicción con fenogreco provocó una disminución de las lipoproteínas de baja densidad. Se concluye que una buena adición de fitoaditivos mejora la aceptación general de los huevos entre otros aspectos (Kour *et al.*, 2025).

La inclusión de naringeniina en la alimentación de las codornices hizo que disminuyera notablemente la cantidad de varias poblaciones microbianas en el ciego de las codornices en crecimiento. En relación con el control, la eficiencia económica y la ganancia neta aumentaron al añadir naringeniina. En consecuencia, la naringeniina podría incorporarse de manera efectiva a la alimentación de las codornices como un aditivo prometedor para optimizar su salud y su desempeño global (Reda et al., 2024).

3.3 Aditivos en aves de engorda

La alimentación de los pollos de engorde con aceite de soja peroxidado durante el periodo comprendido entre los 1 y 21 días de vida no tuvo impacto en las métricas productivas. No obstante, la aparición de productos de peroxidación lipídica en el pienso provocó reacciones antioxidantes, tanto enzimáticas como no enzimáticas, para sostener el balance entre oxidantes y antioxidantes. La reacción enzimática antioxidante fue menos intensa en aves alimentadas con el Orrugo oliva, lo que sugiere un control más adecuado del estrés oxidativo, posiblemente a través de la expresión de la proteína de choque térmico 70 (Servillano *et al.*, 2026).

Los hallazgos mostraron que la suplementación con aceite esencial de lavanda (LEO) inmovilizada con hidrogel tuvo un efecto positivo en la tasa de conversión alimenticia de las aves de engorde; sin embargo, no se notaron diferencias entre los grupos en cuanto a mortalidad, IF o parámetros bioquímicos de la sangre. Se evidenció que el uso de cápsulas de hidrogel con LEO inmovilizada disminuyó la cantidad de *E. coli* y coliformes en las muestras intestinales (Adaszyńska *et al.*, 2026).

El levan dietético tiene la capacidad de optimizar el desempeño del crecimiento, la microbiota intestinal positiva y la morfología intestinal de las aves de engorde. No obstante, las concentraciones demasiado altas pueden perjudicar las propiedades sensoriales de la carne. Para entender cabalmente los mecanismos que subyacen a estos efectos y mejorar los niveles de inclusión, se necesita más investigación (Konkol *et al.*, 2025).

La utilización de aceites esenciales (tomillo, orégano, al extracto de crim y pimienta) como suplemento en la nutrición de las aves reproductoras pesadas produjo resultados alentadores: incrementó la creación de huevos, disminuyó la tasa acumulada de muertes, redujo el número de huevos contaminados y aumentó la tasa de viabilidad del ave, lo que mostró ser una opción para optimizar el desempeño productivo en pollos pesados destinados a engorde (Bonin *et al.*, 2012).

Dado que la levadura cervecera y sus productos procesados tienen un alto contenido de oligoelementos, vitaminas del grupo B, proteínas completas y otras sustancias activas biológicamente, son un material valioso para elaborar suplementos alimentarios. Usar la levadura de cerveza como alimento para animales de compañía y ganado es otra manera de eliminarla (Tarasov *et al.*, 2022).

IV CONCLUSIÓN

En esta investigación se ha visto que es un aditivo y como estos pueden influir en las aves ya sea postura, engorda o codornices, además que facilitan su conservación, mantener propiedades y nutrientes, mejorar caracteres organolépticos. Estos se añaden en pequeñas cantidades para tener estabilidad, color, sabor y otros fines.

El conocer que beneficios nos brindan los aditivos podemos aprovecharlos ya sea formulando dietas para las aves y sacarles el mejor aprovechamiento, por ejemplo: pueden aumentar la ganancia de peso, mejor crecimiento, mayor producción de huevo, mejor estado de salud, cascara más fuerte, mejor vida en anaquel del huevo, eficiencia económica, inmunidad, mayor absorción de nutrientes, más energía, mejora en la digestibilidad, pigmentación en la yema, mejor uniformidad en los huevos entre otros. A pesar de que mi objetivo como tal era encontrar los aditivos que influenciaban en el cascara del huevo pude observar que los aditivos tenían muchas más funciones y así poder hacer una pequeña recopilación sobre su importancia y como darles el mejor uso posible.

V. REFERENCIAS

- Ahmed, M., Das, K., Hossen, M., Ataher, M. S., Momu, J. M., Aktaruzzaman, M., Talha, M. H., Taher, A., Mamun, M. A., Sarkar, S., & Mahfuz, S. (2026). Dietary inclusion of beetroot (*Beta vulgaris*): Impacts on egg production, egg quality, and physiological status of commercial laying hens. *Veterinary and Animal Science*, 31. <https://doi.org/10.1016/j.vas.2025.100559>.
- Alem, W. T. (2024). Effect of herbal extracts in animal nutrition as feed additives. In *Heliyon* (Vol. 10, Number 3). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24973>
- Asli, M. M., Shariatmadari, F., Hosseini, S. A., & Lotfollahian, H. (2007). Effect of Probiotics, Yeast, Vitamin E and Vitamin C Supplements on Performance and Immune Response of Laying Hen During High Environmental Temperature. *International Journal of Poultry Science*, 6(12), 895–900.
- Ávila R. F., Carmona G. C. A., Martínez G., S., y Arredondo C., M. (2020). Propóleo un aditivo y antioxidante natural en pollo de engorda. *Biotechnia*, 22(3), 87–92.
- Bonin Chilante R, Kira Kussakawa KC, Flemming JS. (2012). Efeitos Da Utilização De Óleos Essenciais Na Alimentação De Aves Matrizes Pesadas. *Rev. Acad. Ciênc. Anim.* [Internet]. 15º de outubro de 2012 [citado 9º de abril de 2025];10(4):387-94.
- Branen, A. L., Davidson, P. M., Salminen, S., & Thorngate, J. (Eds.). (2001). *Food additives*. CRC Press.
- Bryden W. L., Li X., Ruhnke I., Zhang D., Shini S. (2021) Nutrition, feeding and laying hen welfare. *Animal Production Science* **61**, 893-914.
- Carocho, M., Morales, P., & Ferreira, I. C. (2015). Natural food additives: Quo vadis?. *Trends in food science & technology*, 45(2), 284-295.
- CEDRSSA. (2019). La importancia de la industria avícola en México. En línea: [47Industria Avicola México.pdf](#)
- Çetin, E., Silici, S., Çetin, N., & Güçlü, B. K. (2010). Effects of diets containing different concentrations of propolis on hematological and immunological variables in laying hens. *Poultry Science*, 89(8), 1703–1708. <https://doi.org/10.3382/ps.2009-00546>.
- Chambers, J. R., Zaheer, K., Akhtar, H., & Abdel-Aal, E. S. M. (2017). Chicken eggs. In *Egg innovations and strategies for improvements* (pp. 1-9). Academic Press.
- Chavarrías M. (2014). El tiempo de almacenamiento de huevo más seguro. En línea: [El tiempo de almacenamiento de huevos más seguro | Consumer](#)
- Cheng, X., & Ning, Z. (2023). Research progress on bird eggshell quality defects: a review. *Poultry Science*, 102(1), 102283.
- Cheng, L., Yuan, X., Zhang, M., Dong, J., Wu, Y., Wang, R., Li, Y., Chen, L., & Fang, B. (2025). Characterization of phospholipid profiles of egg yolks: Newly classified plasmalogens, distribution of polyunsaturated fatty acids, and the effects of dietary enrichment. *Food Chemistry: X*, 25. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.102105>.
- Cruz Jiménez, Susana García, Mata, Roberto, Mora Flores, José S., & García Sánchez, Roberto C. (2016). El mercado de huevo para plato en México, 1960-2012. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 13(3), 385-399.

- Cuca M., Valdés V., Pro A., Suárez M., Figueroa J. y González M. (2007). Nivel de calcio y relación carbonato de calcio pulverizado: granulado y su efecto en producción de huevo y calidad del cascarón en gallinas pelechadas. Perú. Programa en Ganadería - Colegio de Posgraduados, Montecillo, Texcoco, México., Departamento de Zootecnia – Universidad Autónoma Chapingo. México., Nutrición de Aves – Trouw Nutrition México S. A. de C. V.
- Cufadar Y., Beyari E. A., Hassoubah S. A., Curabay B., Sevim B., Aksoy A., Alfassam H. A., Rudayni H.A., Allam A. A., Youssef I. F., Moustafa M., Al Shahrani M. O., Algotpishi U., Hassan H. & Abd El Hack M.E. (2024). Impacts of *Bacillus* probiotics on productive performance and egg quality criteria in laying Japanese quails, *Journal of Applied Poultry Research*, Volume 33, Issue 3, 100445, ISSN 1056-6171.
- da Silva Junior, R. V., Rabello, C. B. V., Ludke, M. D. C. M. M., Lopes, C. D. C., de Medeiros Ventura, W. R. L., Soares, E. D. S. R., ... & Oliveira, H. S. D. H. (2024). Performance and quality of eggs of laying hens fed with *Moringa Oleifera* leaf flour. *Plos one*, 19(12), e0314905.
- de Moraes Castro, K. L., Rohloff Júnior, N., Santos, E. T., Valentim, J. K., Garcia, R. G., Rieger, G., & Sgavioli, S. (2025). Zootechnical Additives Associated with Antimicrobials: Effects on Immune Response and Intestinal Histomorphometry in Broiler Chickens. *Veterinary Sciences*, 12(6), 581. <https://doi.org/10.3390/vetsci12060581>.
- Ding, J., Dai, R., Yang, L., He, C., Xu, K., Liu, S., Zhao, W., Xiao, L., Luo, L., Zhang, Y., & Meng, H. (2017). Inheritance and establishment of gut microbiota in chickens. *Frontiers in Microbiology*, 8(OCT). <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.01967>.
- Ebeid T. A., Suzuki T. & Sugiyama T. (2012). High ambient temperature influences eggshell quality and calbindin D28k localization of eggshell gland and all intestinal segments of laying hens, *Poultry Sci.*, 91(9), 2282-2287.
- Espinoza Rojas, C. (2019). Efecto de un aditivo multifuncional sobre el desempeño productivo, peso de órganos y morfometría intestinal en pollos de engorde. Universidad científica del sur. Trabajo de tesis.
- Elmi, A. A. S., Naz, S., Khan, R. U., Israr, M., & Konca, Y. (2026). Effect of hot and cold processed hempseed (*Cannabis sativa*) meal on productive performance, egg quality, egg yolk fatty acid and blood biochemical in laying hens at 37 weeks. *Poultry Science*, 105(6). <https://doi.org/10.1016/j.psj.2026.106693>.
- El-Sabrou, K., Aggag, S., & Mishra, B. (2022). Advanced Practical Strategies to Enhance Table Egg Production. In *Scientifica* (Vol. 2022). Hindawi Limited. <https://doi.org/10.1155/2022/1393392>.
- El-Sabrou, K., Landolfi, S., & Ciani, F. (2024). Feed additives and enrichment materials to reduce chicken stress, maximize productivity, and improve welfare. In *Veterinary World* (Vol. 17, Issue 9, pp. 2044–2052). Veterinary World. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2024.2044-2052>.
- El-Sayed M. Abdel-Aal, Humayoun Akhtar, James R. Despachos y Khalid Zaheer. (2017). Capítulo 19 - Carotenoides de luteína y zeaxantina en huevos. *Innovaciones en huevos y estrategias para mejorar*. Pag. 199-206.

- Ezema, C. (2013). Journal of Veterinary Medicine and Animal Health Review Probiotics in animal production: A review. 5(11), 308–316. <https://doi.org/10.5897/JVMAH2013.0201>.
- Fernández, R. T. V., de Arruda, A. M. V., de Moraes Oliveira, V. R., de Queiroz, J. P. A. F., da Silva Melo, A., Dias, F. K. D., Jéssica Berly Moreira Marinho, Rosângela Fernández de Souza, Ayala Oliveira do Vale Souza & dos Santos Filho, C. A. (2015). Aditivos fitogênicos na alimentação de frangos de corte: óleos essenciais e especiarias. *PubVet*, 9, 502-557.
- FDA (2017). "Food Additives & Ingredients - Overview of Food Ingredients, Additives & Colors". FDA Center for Food Safety and Applied Nutrition. 2017.
- FDA (2018). "Food Ingredients and Packaging Terms". FDA. January 4, 2018. Retrieved 9 September 2018.
- Fu, M., Wu, Y., Shen, J., Pan, A., Zhang, H., Sun, J., Liang, Z., Huang, T., Du, J., & Pi, J. (2023). Genome-Wide Association Study of Egg Production Traits in Shuanglian Chickens Using Whole Genome Sequencing. *Genes*, 14(12). <https://doi.org/10.3390/genes14122129>.
- Fuller, Ray. (Ed.). (2012). Probiotics: the scientific basis.
- Freitas, J. A., Vanat, N., Pinheiro, J. W., Balarin, M. R. S., Sforcin, J. M., & Venancio, E. J. (2011). The effects of propolis on antibody production by laying hens. *Poultry science*, 90(6), 1227-1233.
- García Hernández, M., Morales López, R., Ávila González, E., & Sánchez Ramírez, E. (2001). Mejoramiento de la calidad del cascarón con 25hidroxicolecalciferol [25-(OH)D3] en dietas de gallinas de primero y segundos ciclos. *Veterinaria México*, 32(3), 167-174.
- Gul, M., Yilmaz, E., Yildirim, B. A., Sezmis, G., Kaya, A., Timurkaan, S., Onel, S. E., & Tekce, E. (2019). Effects of oregano essential oil (*Origanum syriacum* L.) on performance, egg quality, intestinal morphology and oxidative stress in laying hens. *European Poultry Science*, 83, 1–15. <https://doi.org/10.1399/eps.2019.290>.
- I. Bouvarel, Y. Nys, P. Lescoat. (2011). Hen nutrition for sustained egg quality. *Egg Chemistry, Production and Consumption Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition*. 2011, Pages 261-299.
- İlyas Onbaşlılar, Sakine Yalçın, Suzan Yalçın, Aydın Şahin, Esin Ebru Onbaşlılar, İbrahim Bilici, Emre Sunay Gebeş & Tarek A. Ebeid. (2025). Evaluating the efficacy of modified dried vinasse as a sustainable protein source for laying hens in the late phase of production. *Tropical Animal Health and Production*, 57(8), 453.
- Jie, M., & Clever, J. (2015). Chinese Standards for Food Additives-GB2760-2015. Global agricultural information network. Giant report number (FAIRS), 15013, 10-34.
- Johnson, A. M., Anderson, M. G., Arguelles-Ramos, M., & Ali, A. B. A. (2025). The effects of dietary oregano essential oil on production, blood parameters, and egg quality of laying hens during the early lay phase. *Animal - Open Space*, 4. <https://doi.org/10.1016/j.anopes.2024.100090>.
- Kale, R. G., Sawate, A. R., Kshirsagar, R. B., Patil, B. M., & Mane, R. (2018). Studies on evaluation of physical and chemical composition of beetroot (*Beta vulgaris* L.). *International journal of chemical studies*, 6(2), 2977-2979.

- Kalra, S., Meenu, M. y Kumar, D. (2022). Detección de daños en cáscara de huevo usando ondas de cordero. En: Rao, V.V., Kumaraswamy, A., Kalra, S., Saxena, A. (eds) Métodos computacionales y experimentales en ingeniería mecánica. Innovación inteligente, sistemas y tecnologías, vol 239. Springer, Singapur. https://doi.org/10.1007/978-981-16-2857-3_1
- Karr-Lilienthal, L. K., Grieshop, C. M., Spears, J. K., Fahey, G. C., y Parsons C. M. (2005). Chemical composition and nutritional quality of soybean carbohydrates as related to nonruminants: A review. *Livestock production Science*, 97 (1), 1-12.
- Kavtarashvili, A., & Buyarov, V. (2021). The reasons for the deterioration of chicken eggshell quality at high temperatures: A review. *E3S Web of Conferences*, 247. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202124701015>
- Khan, R. U., & Naz, S. (2013). The applications of probiotics in poultry production. *World's Poultry Science Journal*, 69(3), 621-632.
- Khan, S. H., & Iqbal, J. (2016). Recent advances in the role of organic acids in poultry nutrition. *Journal of Applied Animal Research*, 44(1), 359–369. <https://doi.org/10.1080/09712119.2015.1079527>.
- Khan, R. U., Naz, S., Raziq, F., Qudratullah, Q., Khan, N. A., Laudadio, V., Tufarelli, V., & Ragni, M. (2022). Prospects of organic acids as safe alternative to antibiotics in broiler chickens diet. In *Environmental Science and Pollution Research* (Vol. 29, Issue 22, pp. 32594–32604). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19241-8>.
- K.K. Chousalkar, P. Flynn, M. Sutherland, J.R. Roberts & B.F. Cheetham. (2010). Recovery of *Salmonella* and *Escherichia coli* from commercial egg shells and effect of translucency on bacterial penetration in eggs. *International Journal of Food Microbiology*. Volume 142, Issues 1–2. Pages 207-213.
- Kers, J. G., Velkers, F. C., Fischer, E. A. J., Hermes, G. D. A., Stegeman, J. A., & Smidt, H. (2018). Host and environmental factors affecting the intestinal microbiota in chickens. In *Frontiers in Microbiology* (Vol. 9, Issue FEB). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.00235>
- Kour, G., Khan, N., Sharma, R. K., Mahajan, V., Khandi, S. A., Ait-Kaddour, A., Bekhit, A. E.-D. A., & Bhat, Z. F. (2025). Effect of phytogenic feed additives on egg quality and production potentialities of quails. *Emerging Animal Species*, 13, 100057. <https://doi.org/10.1016/j.eas.2025.100057>.
- Konkol, D., Kuźmińska-Bajor, M., Madej, J. P., Popiela, E., Lis, M., Kuczkowski, M., Szczypka, M., Sierżant, K., Ashgar, M. U., Leicht, K., Korzeniowska, M., Ceccopieri, C., & Korczyński, M. (2025). Dietary levan as a feed additive: Effects on growth performance, meat quality, immune response, and gut health in broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*, 330. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2025.116529>
- Lagos Burbano Elizabeth. (2008). Enzimas exógenas en la alimentación avícola. *Universidad de Nariño*. Tesis. Colombia
- Lesnierowski, G., & Stangierski, J. (2018). What's new in chicken egg research and technology for human health promotion?-A review. *Trends in food science & technology*, 71, 46-51.

- Liu, X., Xing, K., Ning R., Carné, S., Wu, X., y Nie, W. (2021). Effects of combined a-galactosidase and xylanase on growth performance, nutrient digestibility, and intestinal viscosity in broilers fed corn-soybean meal diets. *Journal of Animal Science*, 99(6), skab088.
- López D. (2025, 09 de octubre). Día Mundial del Huevo 2025: México es potencia en medio de la crisis global. *El economista*. En línea: [Día Mundial del Huevo 2025: México es potencia en medio de la crisis global](#)
- Marina Jorge de Lemos, Lígia Fátima Lima Calixto, Karoll Andrea Alfonso Torres Cordido y Túlio Leite Reis. (2016). Uso de aditivo alimentar equilibrador da flora intestinal em aves de corte e de postura. *FOOD SAFETY / REVIEW ARTICLE*. *Arq. Inst. Biol.*, v.83, 1-7, e0862014.
- Markazi, A. D., Luoma, A., Shanmugasundaram, R., Murugesan, R., Mohnl, M., & Selvaraj, R. (2019). Effect of Acidifier Product Supplementation in Laying Hens Challenged With Salmonella. *Journal of Applied Poultry Research*, 28(4), 919–929. <https://doi.org/10.3382/japr/pfz053>.
- Melaku Tafese Awulachew. (2021). Food Additives and Food Processing Aids: The Role, Function And Future Research Need of Industrial Food Biotechnology. *Int J Med Biotechnol Genetics*, 8(11), 73–82. <https://scidoc.org/IJMBG.php>
- Mohai Ud Din, R., Eman, S., Zafar, M. H., Chong, Z., Saleh, A. A., Husien, H. M., & Wang, M. (2025). Moringa oleifera as a multifunctional feed additive: synergistic nutritional and immunomodulatory mechanisms in livestock production. In *Frontiers in Nutrition* (Vol. 12). Frontiers Media SA. <https://doi.org/10.3389/fnut.2025.1615349>
- Neunzehn J, Szwart T, Wiesmann HP. (2015). Eggshells as natural calcium carbonate source in combination with hyaluronan as beneficial additives for bone graft materials, an in vitro study. *Head Face Med*.11:12.
- Nilce Maria Soares Queiroz Gama, Maria Beatriz Cardoso de Oliveira, Elizabeth Santin y Ângelo Berchieri Junior. (2000). Ácidos Orgânicos Em Rações De Poedeiras Comerciais Supplementation With Organics Acids In Diet Of Laying Hens. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 30, n. 3, p. 499-502. ISSN 0103-8478.
- Nunes, A. D. (2008). Influência do uso de aditivos alternativos a antimicrobianos sobre o desempenho, morfologia intestinal e imunidade de frangos de corte (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- Okey, S. N. (2023). Classification of Feed Additives Used in Poultry and Livestock Production: A Review (Vol. 1, Number 2).
- Pablos T. A., Utrilla C., María J.B. S. y Fernández N., A. (2023). Nuevos aditivos en alimentación animal. Departamento de Veterinaria. Facultad de Ciencias Biomédicas y de la Salud. Universidad Europea de Madrid. Departamento de reproducción animal, INIA-CSIC, Madrid.
- Pal, M., & Molnár, J. (2021). The Role of Eggs as an Important Source of Nutrition in Human Health. *International Journal of Food Science and Agriculture*, 5(1), 180–182. <https://doi.org/10.26855/ijfsa.2021.03.023>
- Pandey, A. K., Kumar, P., & Saxena, M. J. (2019). Feed Additives in Animal Health. In *Nutraceuticals in Veterinary Medicine* (pp. 345–362). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-04624-8_23.

- Placha, I., Gai, F., & Simonová M. (2022). Editorial: Natural feed additives in animal nutrition—Their potential as functional feed. *Front. Vet. Sci.*, 9. <https://doi.org/doi:10.3389/fvets.2022.1062724>.
- Puglisi, M. J., y Fernández, M. L. (2022). Los beneficios para la salud de la proteína de huevo. *Nutrientes*, 14(14), 2904. <https://doi.org/10.3390/nu14142904>.
- Jha R., Foughse J.M., Tiwari U.P., Linge L. & Voluntario B.P (2019). Fibra dietética y salud intestinal de animales monogástrico al frente. *Vet. Sci.*, 6 (2019), p. 48.
- Rafed, R., Abedi, M. H., & Mushfiq, S. R. (2024). Nutritional Value of Eggs in Human Diet. *Journal for Research in Applied Sciences and Biotechnology*, 3(1), 172–176. <https://doi.org/10.55544/jrasb.3.1.28>.
- Ravindran, V., Cowieson, AJ y Selle, PH (2008). Influencia del equilibrio electrolítico de la dieta y la fitasa microbiana en el rendimiento del crecimiento, la utilización de nutrientes y la calidad de las excretas de los pollos de engorde. *Ciencia avícola*, 87 (4), 677 – 688.
- Réhault-Godbert, S., Guyot, N., & Nys, Y. (2019). The golden egg: nutritional value, bioactivities, and emerging benefits for human health. *Nutrients*, 11(3), 684.
- Reda, F. M., Alagawany, M., Mahmoud, H. K., Aldawood, N., Alkahtani, A. M., Alhasaniah, A. H., Mohamed A. M. Mohamed T. E. & El-Kassas, S. (2024). Application of naringenin as a natural feed additive for improving quail performance and health. *Journal of Applied Poultry Research*, 33(3), 100446.
- Ribeiro, A. G., Rabello, C. B. V., dos Santos, M. J. B., dos Santos Nascimento, J. C., da Silva, D. A., de Holanda Oliveira, H. S., y Miranda, V. M. D. M. C. (2021). Hábitats de la microbiota residente y aditivos equilibrantes intestinales para aves de corral: revisión. *Investigación, Sociedad y Desarrollo*, 10(10), e242101018800-e242101018800.
- Ricke, S. C., Lee, S. I., Kim, S. A., Park, S. H., & Shi, Z. (2020). Prebiotics and the poultry gastrointestinal tract microbiome. *Poultry Science*, 99(2), 670–677. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.12.018>.
- Ryley J. F. (1967). Methyl Benzoquate**Trademark “Statyl”: Imperial Chemical Industries Ltd., a New Wide-Spectrum Coccidiostat for Chickens, *British Veterinary Journal*. Volume 123. Issue 12.
- Rojas V., V., Callacna C., M., & Arnaiz P., V. (2015). Uso de un aditivo a base de cantaxantina y extracto de achiote en dietas de gallinas de postura y su efecto sobre la coloración de la yema y la vida de anaquel del huevo. *Scientia Agropecuaria*, 6(3), 191-199.
- Rostagno, H.S.; Albino, L.F.T.; Toledo, R.S.; Carvalho, D.C.O.; Oliveira, J.E.; Dionizio, M.A. (2003). Efeito de prebiótico (MOS) em rações de frangos de corte contendo milhos de diferente qualidade nutricional. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v.5, p.52, 2003b. Supl.
- S., Barbosa, D. K., de Castilho, V. A. R., ... y Lima, H. J. D. A. (2020). Aditivos emulsionantes en dietas avícolas. *Investigación, Sociedad y Desarrollo*, 9(3), e176932567-e176932567.
- S. W. Park, H. N. H. J. A. and I. K. P. (2004). Enrichment of vitamin D₃, K and iron in eggs 227. Department of Animal Science, Chung-Ang University, Ansung-Si, Kyonggi-do, 456-756, Korea.

- Sánchez T. L., Macías F. M., Gutiérrez A. D., Arredondo C. M., Valencia P. M., y Ávila R. F. (2022). Fibra como prebiótico para aves de producción: una revisión. *Abanico veterinario*, 12, e -16. Epub 23 de junio de 2023.
- Santos, D. C. (2024). Efecto de la inclusión de diferentes aditivos nutricionales para reducir estrés calórico en pollos de engorde Cobb500TM (Doctoral dissertation, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana).
- Seuss-Baum, I. (2005). Nutritional evaluation of egg components. Fulda University of Applied Sciences. XI th European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products Doorwerth, The Netherlands, 23-26 May 2005.
- Sevillano, F., Maldonado-Ortiz, A. J., Herrero-Encinas, J., Rey, A. I., & Menoyo, D. (2026). Growth performance and antioxidant response of broiler chicken fed oxidized lipids with or without phytogetic feed additives. *Poultry Science*, 105(4). <https://doi.org/10.1016/j.psj.2026.106570>.
- Silversides, F. G., Scott, T. A., Korver, D. R., Afsharmanesh, M., & Hruby, M. (2006). A Study on the Interaction of Xylanase and Phytase Enzymes in Wheat-Based Diets Fed to Commercial White and Brown Egg Laying Hens 1. Volumen 85. Número 2. pag. 297-305.
- Süzer, B., Eren, G., & Atamay, K. (2022). Promising effects of vinasse use on bone strength in laying hens. *Journal of Research in Veterinary Medicine*, 41(2), 117–122. <https://doi.org/10.30782/jrv.1201727>.
- Świątkiewicz, S., Ptak, A., Bedford, M., Żyła, K., & Józefiak, D. (2015). Phytase Modulates Ileal Microbiota and Enhances Growth Performance of the Broiler Chickens. *Plos One*, 10(3), e0119770. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0119770>
- Tadeo, D. B., & Gaffud, Dr. O. M. (2024). Laying Performance of Native Chicken (*Gallus gallus* L.) Fed with Natural Egg Enhancers. *European Journal of Theoretical and Applied Sciences*, 2(2), 108–117. [https://doi.org/10.59324/ejtas.2024.2\(2\).10](https://doi.org/10.59324/ejtas.2024.2(2).10).
- Tarasov, A., Kozlov, A., & Razuvaeva, E. (2022). La levadura cervecera como aditivo alimentario. *Revista Internacional de Estudios Avanzados en Medicina y Ciencias Biomédicas*, (2), 73-85. Extraído de <https://sic-publ.press/index.php/mbs/article/view/12>.
- Ugwu, C. C. and Okoli, I. C. (2017). Additives and supplements for the enrichment of cassava-based diet of poultry. *Proceedings on the Science and Tchnology of Cassava Utilization in Poultry Production Conference*, Federal University of Technology, Owerri, Nigeria. Pp. 229 – 253.
- Valentim, J. K., Garcia, R. G., Pietramale, R. T. R., Velarde, J. M. D. V. V., Ferrín L. M. C., Galeas, M. M. P., Cevallos, J. H. A., Hidrovo, Windisch, W., Schedle, K., Plitzner, C. & Kroismayr, A. (2008). Use of phytogetic products as feed additives for swine and poultry. *Journal of Animal Science*, 86, E140 E148.
- Williams, H. W. (2005). Inter-current coccidiosis and necrotic enteritis of chickens: Rational, integrated disease management by maintenance of gut integrity. *Avian Pathology*, 34: 159-180.
- Wolc, A., Arango, J., Settar, P., O'Sullivan, N. P., Olori, V. E., White, I. M. S., Hill, W. G., & Dekkers, J. C. M. (2012). Genetic parameters of egg defects and egg

- quality in layer chickens. *Poultry Science*, 91(6), 1292–1298. <https://doi.org/10.3382/ps.2011-02130>
- Xiao, Y., Xiang, Y., Zhou, W., Chen, J., Li, K., & Yang, H. (2017). Microbial community mapping in intestinal tract of broiler chicken. *Poultry Science*, 96(5), 1387–1393. <https://doi.org/10.3382/ps/pew372>.
- Xiang, Q., Wang, C., Zhang, H., Lai, W., Wei, H., y Peng, J. (2019). Efectos de diferentes probióticos en el rendimiento de la ponedora, la calidad de los huevos, el estado oxidativo y la salud intestinal en gallinas ponedoras. *Animales*, 9(12), 1110. <https://doi.org/10.3390/ani9121110>.
- Yesilbag, D., Abdullahoglu, E., Urkmez, E., Acar, A., Asmaz, D., Kara, M., & Yesilbag, D. (2022). Evaluation of the Effects of Different Natural Dietary Feed Additives on Performance and Intestinal Histomorphology in Quails (Vol. 73, Issue 3).
- Zhang, J. L., Xie, Q. M., Ji, J., Yang, W. H., Wu, Y. B., Li, C., Ma, J. Y., & Bi, Y. Z. (2012). Different combinations of probiotics improve the production performance, egg quality, and immune response of layer hens. *Poultry Science*, 91(11), 2755–2760. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02339>.
- Zhang, K. K., Han, M. M., Dong, Y. Y., Miao, Z. Q., Zhang, J. Z., Song, X. Y., Feng, Y., Li, H. F., Zhang, L. H., Wei, Q. Y., Xu, J. P., Gu, D. C., & Li, J. H. (2021). Low levels of organic compound trace elements improve the eggshell quality, antioxidant capacity, immune function, and mineral deposition of aged laying hens. *Animal*, 15(12). <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100401>.