

Importancia del suministro de calcio en una dieta para reproductoras livianas

Windi Carolina Suarez Hernandez

Director

Jorge Edwin Gelvez Higuera

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de ciencias agrícolas pecuarias y de medio ambiente (ECAPMA)

Zootecnia

2023

Dedicatoria

A mi familia por su guía, apoyo y motivación a terminar los estudios.

Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecerle a Dios por permitirme llegar a esta meta y verse cumplida, también a mi familia por el apoyo en especial mis padres por enseñarme que la educación es un triunfo que nadie te puede quitar, además deseo agradecer a todos los tutores, a su vez a la universidad por los conocimientos brindados por sus enseñanzas de calidad no solo en el ámbito estudiantil si no también en lo profesional.

Por último, agradezco a mis compañeros de cursos y amigos que estuvieron atentos y presentes en cualquier situación o adversidad que se me presento en transcurso de este camino de mi vida.

Resumen

La industria avícola juega un papel importante en la conversión de granos y otros productos en huevos y carne. Por lo tanto, es una fuente clave para satisfacer la creciente demanda de proteína de origen animal. Según Bartolo y Landin (2009), esta demanda proviene de una población en rápido crecimiento.

La selección genética ha cambiado las características de las aves. Ahora son más productivas y tienen menores necesidades de mantenimiento. Sin embargo, también presentan una menor capacidad de consumo de alimento (Valdés et al., 2011). Las empresas de cría están cambiando su enfoque de selección hacia otros componentes de la producción, como la mejora de la calidad del huevo. Dentro de esta mejora, la calidad del cascarón es de mayor importancia (Ketelaere et al., 2002). A pesar de los avances genéticos en la calidad de la cáscara, estos aún son insuficientes. Predecir su resistencia es complicado, ya que la mayoría de las medidas utilizadas tienen poca correlación con el nivel de roturas en el campo. Este último es muy dependiente de la alimentación y el manejo (Cepero, 1996).

En la avicultura, siempre se busca mejorar y obtener productos de alta calidad. El calcio es uno de los minerales más utilizados en las dietas de reproductoras livianas. Su beneficio se refleja en la dureza de la cáscara del huevo, lo que evita fisuras y agrietamientos que podrían causar la pérdida de embriones. Este trabajo analiza la influencia del calcio en la calidad de la cáscara de huevo de reproductoras livianas y su impacto en la productividad.

Palabras clave: Calcio, Nutrición, Metabolismo, Absorción, Mineral.

Abstract

The poultry industry plays an important role in converting grains and other products into eggs and meat. Therefore, it is a key source for meeting the growing demand for animal protein.

According to Bartolo and Landin (2009), this demand comes from a rapidly growing population. Genetic selection has changed the characteristics of birds. They are now more productive and have lower maintenance needs. However, they also show a reduced capacity for food consumption (Valdés et al., 2011). Breeding companies are shifting their selection focus to other production components, such as improving egg quality. Within this improvement, shell quality is of utmost importance (Ketelaere et al., 2002). Despite genetic advancements in shell quality, these are still insufficient. Predicting its resistance is complicated, as most of the measures used have little correlation with the level of breakage in the field. This last factor is highly dependent on feeding and management practices (Cepero, 1996).

In poultry farming, there is always a pursuit of improvement to obtain high-quality products. Calcium is one of the most commonly used minerals in the diets of light breeders. Its benefits are reflected in the hardness of the eggshell, helping to prevent cracks and fractures that could lead to embryo loss. This work analyzes the influence of calcium on the eggshell quality of light breeders and its impact on productivity.

Key words: Calcium, Nutrition, Metabolism, Absorption, Mineral

Tabla de contenido

Introducción	8
Planteamiento del problema	10
Justificación	12
Objetivos	13
Objetivo General	13
Objetivos Específicos.....	13
Propiedades del calcio.....	14
Las funciones que desempeñan los minerales en el organismo animal	15
La absorción de calcio	16
Las Necesidades de Calcio (Ca) en las Gallinas	17
Evolución de las Gallinas Ponedoras	17
Efecto de las Condiciones Ambientales.....	17
Importancia del Tamaño de las Partículas de Calcio	17
Factores que afectan la absorción del calcio.....	18
Aves reproductoras	19
Características deseables en líneas de ponedoras	19
Algunas líneas comerciales.....	20
Aspectos nutricionales de las reproductoras.....	20
La resistencia de la cáscara	22
Calcio	23
Cáscara.....	24
Huevo fértil	25

Conclusiones	27
Recomendaciones	29
Referencias Bibliográficas	31

Introducción

La avicultura, conformada por las actividades de producción de huevos y carne, ha experimentado un crecimiento constante desde mediados del siglo XX en Colombia (Aguilera, 2014). La evolución de este sector ha sido la más rápida y de mayor alcance entre todas las producciones ganaderas, debido a su alto grado de intensificación productiva y desarrollo tecnológico, lo que le ha otorgado un carácter industrial y una organización empresarial (Cepero, 2002).

Las continuas innovaciones en los campos de la genética, el manejo, la nutrición y los sistemas de incubación han dado lugar a reproductoras de alto rendimiento, las cuales requieren una nutrición óptima para maximizar su potencial genético (Hernández, Soto-Salanova, & Ibarra, 2010). Con el fin de alcanzar esta calidad, los esfuerzos de investigación se han centrado en obtener cáscaras de huevo en las mejores condiciones posibles (Piquer & Ibérica, 1999).

Un ejemplo de la importancia de la calidad de la cáscara es que los huevos con cáscaras deficientes representan una pérdida económica significativa para la industria avícola. Se estima que, debido a la baja calidad de las cáscaras, aproximadamente entre el 6% y el 8% de los huevos se pierden en diversas etapas del sistema de manipulación, desde el punto de producción hasta el de incubación (Kamarius, Conrat, Mast, & Macnail, citados por Sharma, Ravikanth, Maini, Rekhe, & Rastogi, 2009).

La calidad de la cáscara puede estar influenciada por múltiples factores, siendo la nutrición mineral uno de los más importantes (Pavlík, Lichovníková & Jelínek, 2009). Por lo tanto, es fundamental mantener un adecuado nivel de calcio en las reproductoras (Quillupangui, 2011), ya que una suplementación insuficiente aumenta la incidencia de daños en las cáscaras (Mestre, Alfonso, & Rondán, 2014). En este sentido, la forma en que se proporciona el calcio

influye directamente en la capacidad de las aves para producir cáscaras de huevo de buena calidad (Roberts, 2004).

El objetivo de este trabajo es analizar el impacto de la suplementación de calcio en la calidad de la cáscara de los huevos en las reproductoras avícolas, con el fin de identificar las formas más efectivas de proporcionar este mineral y reducir las pérdidas económicas asociadas a la baja calidad de la cáscara. A través de un análisis detallado de la literatura existente y de estudios recientes, se pretende ofrecer recomendaciones que optimicen la gestión nutricional en la avicultura. En este estudio, se abordarán los fundamentos teóricos relacionados con la nutrición mineral y su influencia en la producción de huevos.

Planteamiento del problema

En Colombia, la avicultura, tanto de pollo de engorde como de producción de huevo, desempeña un papel crucial en el desarrollo económico del país y ha mostrado un crecimiento constante en los últimos años (Sáenz, 2022). En particular, la producción de huevos fértiles es fundamental para generar pollos de engorde y aves ponedoras comerciales. No obstante, a pesar de este crecimiento, las granjas enfrentan pérdidas significativas debido a la baja calidad de las cáscaras de los huevos.

Muchos de los huevos producidos no cumplen con los estándares de incubación debido a cáscaras rotas, fisuradas o defectuosas. Estos huevos son descartados y representan una pérdida económica considerable, ya que se incurre en costos de producción sin obtener un producto viable. Este problema es especialmente crítico en las granjas de reproductoras livianas, donde la baja calidad de las cáscaras reduce la cantidad de nacimientos, impactando negativamente las ventas y la rentabilidad.

Uno de los factores más importantes que influye en la calidad de la cáscara es la nutrición mineral, en especial la suplementación de calcio. La falta de calcio adecuado debilita las cáscaras, haciéndolas más propensas a daños durante el proceso de manipulación e incubación. Esto disminuye la cantidad de huevos viables y, por tanto, afecta la productividad y los ingresos de los productores.

El presente trabajo se propone abordar este problema mediante la investigación del impacto de la suplementación de calcio en la calidad de la cáscara de los huevos. A través de un análisis exhaustivo de la literatura y la evaluación de estudios previos, se identificarán las mejores prácticas de suplementación de calcio para mejorar la resistencia de las cáscaras, reducir las pérdidas y aumentar la producción de huevos viables para incubación. Este trabajo

investigará cómo el suministro adecuado de calcio en la dieta de reproductoras livianas puede mejorar la calidad de la cáscara y reducir las pérdidas económicas, ofreciendo soluciones concretas que permitan a las granjas avícolas optimizar la calidad de sus productos y mejorar su sostenibilidad económica.

Justificación

Las dietas formuladas para aves reproductoras son esenciales para cumplir con sus requerimientos nutricionales diarios. Dentro de los ingredientes que componen estas dietas, el calcio desempeña un papel crucial. Este mineral no solo contribuye a la fortaleza de los huesos, sino que es fundamental en la formación de la cáscara del huevo.

Es vital asegurar que las dietas suministradas a las aves contengan suficiente calcio, ya que esto mejora la estructura del huevo y promueve un sistema óseo bien desarrollado, lo cual se traduce en una mejor producción. Uno de los beneficios más significativos de una adecuada alimentación con calcio es la reducción de la cantidad de huevos rotos o inservibles, comúnmente denominados "huevos no conformes".

Aprovechar los beneficios del calcio permite obtener huevos incubables de alta calidad, lo que es crucial para mantener una buena presencia en los mercados. Al enviar a las incubadoras un mayor porcentaje de huevos viables, se incrementa la probabilidad de producir nuevas aves. La calidad de la cáscara es fundamental, ya que protege y favorece el desarrollo de cada embrión, lo que se traduce en un aumento en la cantidad de aves nacidas. Este indicador es favorable para las granjas reproductoras, pues repercute directamente en su rentabilidad.

La presente investigación se enfocará en cómo la suplementación adecuada de calcio en la dieta de reproductoras livianas puede mejorar la calidad de la cáscara y, por ende, reducir las pérdidas económicas. Al abordar esta problemática, se busca proporcionar soluciones que no solo beneficien a los productores, sino que también contribuyan al avance del conocimiento en el sector avícola.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar la importancia del suministro adecuado de calcio en la dieta de reproductoras livianas, analizando su impacto en la calidad de la cáscara de los huevos y los parámetros productivos .

Objetivos Específicos

Identificar los factores que afectan el suministro de calcio en las dietas de reproductoras livianas, como las fuentes de calcio, el pH intestinal y la solubilidad del mineral.

Analizar el metabolismo del calcio en el organismo de las reproductoras livianas y su papel en la formación de la cáscara del huevo y la estructura ósea.

Evaluar la relación entre el suministro de calcio en la dieta y parámetros productivos específicos, como la calidad de la cáscara, la tasa de postura y la fertilidad en reproductoras livianas.

Propiedades del calcio

El calcio es un mineral esencial en la alimentación de las aves de corral. Además de ser el principal componente de la estructura ósea, desempeña funciones vitales en el equilibrio ácido-base y en diversos procesos enzimáticos. En el contexto de la producción avícola, el calcio es fundamental para la formación de la cáscara del huevo; se estima que cada huevo contiene aproximadamente 2.2 g de calcio, presente principalmente en su cáscara (Vera Rodríguez, 2012). Fuentes como la piedra caliza y la conchilla de ostras, que tienen un contenido de calcio que oscila entre el 36 y el 38 % en forma de carbonato de calcio, son comunes en las dietas avícolas (Paca, 2021).

La adecuada inclusión de calcio en la dieta de las reproductoras livianas es crucial no solo para el mantenimiento y la producción de huevos, sino también para garantizar la calidad del cascarón. Este mineral es el componente inorgánico más abundante del esqueleto y participa en la formación y el mantenimiento óseo, así como en múltiples funciones biológicas, como la coagulación de la sangre, la activación y desactivación de enzimas, la transmisión de impulsos nerviosos y la secreción de hormonas (Manuel, 2004).

Los niveles de calcio en la dieta, junto con la granulometría y la solubilidad de las diversas fuentes de calcio, son factores que influyen significativamente en la producción y calidad de la cáscara del huevo (Vera-Rodríguez, 2019). Se estima que durante la formación del huevo de gallina se depositan entre 5 y 6 g de carbonato de calcio en la cáscara, siendo la mayor parte de esta deposición ocurre durante aproximadamente 17 de las 20 horas que el huevo reside en la glándula de la cáscara de huevo (ESG) (Lavelin, 2000).

El suministro adecuado de calcio es esencial para maximizar la calidad de la cáscara, lo que, a su vez, reduce las pérdidas económicas asociadas con huevos no conformes. Por lo tanto,

comprender las propiedades del calcio y su impacto en la salud y la productividad de las reproductoras livianas es crucial para mejorar la eficiencia en la producción avícola.

Las funciones que desempeñan los minerales en el organismo animal

Los minerales son esenciales y se encuentran en todos los tejidos y órganos del cuerpo. Sin embargo, estos no pueden realizar sus funciones adecuadamente si ciertos minerales no están presentes (G, S, f). En la dieta de las aves, el calcio (Ca) puede obtenerse a partir de fuentes inorgánicas u orgánicas y presentarse en formas finas (como la piedra caliza) o gruesas (como la conchilla).

La alimentación con fuentes gruesas de calcio se ha relacionado con efectos positivos en el consumo de alimento, el peso corporal, la mineralización ósea y la calidad de la cáscara del huevo (Vet & Agustin, 2017). El calcio se ingiere con el alimento y se absorbe principalmente en el duodeno y el yeyuno superior, donde pasa al sistema vascular (Vet & Agustin, 2017). García (2004) señala que la mayor parte de la demanda de calcio se satisface mediante su absorción intestinal, mientras que en segundo lugar se recurre a la movilización de calcio desde los huesos.

Para las reproductoras livianas, el suministro adecuado de calcio es crucial, ya que garantiza la formación de cáscaras de huevo fuertes y de calidad. La deficiencia de este mineral puede llevar a una mayor incidencia de huevos rotos y no conformes, afectando directamente la productividad y rentabilidad de la producción avícola. Así, entender el papel del calcio en la nutrición de las aves es fundamental para optimizar su salud y rendimiento.

La absorción de calcio

La absorción de calcio es crucial para las reproductoras livianas, ya que este mineral es esencial para la formación de cáscaras de huevo fuertes y de calidad. La absorción de calcio en el intestino es favorecida por la acidificación del medio intestinal, lo que mantiene las sales de calcio en solución, así como por la presencia de vitamina D y fósforo. Sin embargo, factores dietéticos como los fitatos y oxalatos presentes en los vegetales pueden inhibir esta absorción al formar sales insolubles de calcio en el intestino. Además, el exceso de grasa en la dieta puede reaccionar con el calcio para formar jabones insolubles, lo que también limita su disponibilidad (Arango, 2012).

El Consejo Nacional de Investigación (NRC) estimó inicialmente el requerimiento de calcio en 2,27 g por gallina al día, pero posteriormente ajustó esta cifra a 3,75 g. Algunos investigadores incluso sugieren que, durante el último período de producción, se requieren valores superiores a 3,75 g, especialmente cuando se observa una calidad deficiente en la cáscara de los huevos (Paca, 2021).

En gallinas de postura, la demanda de calcio aumenta durante el período de producción, y esto se compensa mediante un incremento en la absorción intestinal de calcio y una reducción de la excreción renal de este mineral (García, 2004). La gallina moviliza calcio para depositarlo en la cáscara durante la fase de calcificación; parte del calcio proviene de la sangre circulante, mientras que otra parte se libera desde el hueso medular en forma de iones de calcio (Paca, 2021).

Las Necesidades de Calcio (Ca) en las Gallinas

Evolución de las Gallinas Ponedoras

Las exigencias nutricionales de las gallinas han aumentado con el tiempo, ya que las modernas gallinas ponedoras, que producen una mayor cantidad de huevos, son de menor peso corporal y generan huevos más pesados en comparación con las gallinas de hace 30 o 50 años, que eran más pesadas, producían menos huevos y de menor tamaño (Soler & Garcés, 2014).

Efecto de las Condiciones Ambientales

La calidad de la cáscara es óptima cuando las temperaturas son cíclicas y descienden por debajo de los 25 °C en algún momento del día. En contraste, las altas temperaturas constantes pueden provocar estrés térmico, lo que se manifiesta en jadeo y alcalosis respiratoria, aumentando la frecuencia respiratoria. Como resultado, el riñón elimina más bicarbonato para restaurar el pH normal en sangre. Esto lleva a una disminución de las concentraciones de calcio y bicarbonato, lo que limita considerablemente el intercambio iónico en el útero de las aves, contribuyendo a reducir la disponibilidad de calcio en la cáscara (Kisboa & Luis, 2013).

Importancia del Tamaño de las Partículas de Calcio

Se recomienda el uso de partículas gruesas de calcio, ya que estas mejoran su ingesta. Es importante no reducir el nivel de calcio en la dieta por debajo del 3,6 %, incluso al emplear partículas gruesas. El tamaño de las partículas debe estar entre 2,5 y 4,5 mm; si es mayor a 4,5 mm, se pueden encontrar piedrecillas en la gallinaza, lo que indica mala absorción de calcio. Por otro lado, si el tamaño es inferior a 1 mm, la molleja no retiene adecuadamente la partícula (Torres, 2016).

Mantener niveles adecuados de calcio en la dieta de las gallinas es crucial para asegurar una buena calidad de la cáscara de los huevos. Factores como la genética de las gallinas, las

condiciones ambientales y la formulación de la dieta influyen en la absorción y disponibilidad de este mineral. Una adecuada gestión de estos factores permite maximizar la producción de huevos de calidad, reduciendo así las pérdidas económicas asociadas a la producción avícola.

Factores que afectan la absorción del calcio.

La tetania cálcica se presenta cuando la respuesta normal ante la disminución de los niveles de calcio en sangre se interrumpe. Los factores que contribuyen a esta condición son:

Cambios en el pH sanguíneo

Los trastornos metabólicos que incrementan el pH sanguíneo ocasionan que el calcio en sangre deje de estar disponible. Aunque las aves cuentan con mecanismos naturales que corrigen los cambios de pH, en ciertas condiciones, estos pueden resultar insuficientes.

Desequilibrios electrolíticos

El equilibrio electrolítico es fundamental para mantener la homeostasis del calcio. Alteraciones en este equilibrio pueden impactar negativamente la disponibilidad del calcio.

Salud intestinal y tiempo de tránsito

Las aves dependen de su dieta para obtener los niveles necesarios de calcio. Cualquier factor que aumente la velocidad de tránsito del alimento limitará la absorción de este mineral.

Forma del calcio: Las partículas de calcio de mayor tamaño permanecen en el intestino superior durante un período más prolongado, lo que permite una mejor disponibilidad para su absorción. Esto es crucial durante períodos de alta demanda, como la producción de huevos.

Estrés por calor: El jadeo, resultado del estrés térmico, causa una reducción de CO₂ en sangre, lo que aumenta el pH sanguíneo (J. Turner, S). Este incremento en el pH puede dificultar la disponibilidad de calcio, afectando negativamente la producción y calidad de los huevos, especialmente en las reproductoras livianas, que son más susceptibles a estas condiciones.

Estos factores son particularmente relevantes para las reproductoras livianas, ya que su alta producción de huevos incrementa la demanda de calcio. Si los niveles de calcio no se mantienen adecuados, las aves pueden sufrir de problemas óseos y una disminución en la calidad de la cáscara de los huevos, lo que repercute en su capacidad para producir huevos viables.

Un problema común en las granjas es el mantenimiento de la dieta pico durante períodos prolongados para sostener una alta producción. Sin embargo, muchas dietas comerciales no contienen niveles adecuados de calcio, lo que puede perjudicar el mantenimiento óseo de las aves a medida que envejecen. Para mitigar problemas asociados a la postura, se recomienda variar las dietas según las fases de alimentación, teniendo en cuenta el consumo del lote (Torres, 2016).

Aves reproductoras

Las aves reproductoras incluyen hembras y machos especializados en la producción de huevos fértiles. Según su edad y sexo, estas aves se clasifican en pollas reproductoras, gallinas reproductoras, pollos reproductores, gallos reproductores (Universidad de Antioquia, SF).

Características deseables en líneas de ponedoras

Las características más valoradas en las líneas de ponedoras son alta tasa de postura, eficiente conversión de alimento en huevos, tamaño corporal pequeño, baja incidencia de cloquez, huevos de buen tamaño, baja incidencia de enfermedades.

La importancia de estas características radica en su relación directa con la nutrición adecuada de las aves, especialmente en lo que respecta al calcio. Un suministro óptimo de este mineral es fundamental para garantizar la salud ósea de las aves y la calidad de los huevos producidos.

Algunas líneas comerciales

Lohmann

Hy Line

De Kalb

Shaver. (Camiruaga, S:f)

Aspectos nutricionales de las reproductoras.

El éxito de un lote de reproductoras no solo depende del manejo y la nutrición en general, sino que es particularmente sensible al suministro adecuado de nutrientes clave, como el calcio. Aunque mantener niveles nutricionales adecuados es fundamental, esto no garantiza el éxito por sí solo; también se necesita un manejo eficiente de las aves y las instalaciones (Carrizo & Lozano, 2007). El calcio, en particular, es esencial para la formación de una cáscara de huevo de calidad y para el mantenimiento de la estructura ósea de las aves. Durante la fase de puesta, asegurar un suministro óptimo de calcio no solo mejora la calidad de la cáscara, sino que también influye en la fertilidad y la incubabilidad del embrión, ya que los nutrientes deben llegar de manera eficiente al huevo (Hernández, Soto-Salanova, & Ibarra, 2010).

El metabolismo del calcio es crucial para el bienestar de las gallinas. Las reproductoras necesitan niveles adecuados de este mineral para mantener su producción y evitar problemas como la debilidad ósea y la baja calidad de la cáscara. Factores como la fuente del calcio, el pH intestinal y la solubilidad del mineral afectan su absorción y aprovechamiento en el organismo de las aves. Cuando se observan cáscaras de mala calidad o huesos blandos, esto suele estar relacionado con deficiencias nutricionales, problemas en el consumo de alimento o la presencia de enfermedades (Hy-Line International, 2016).

El calcio es uno de los nutrientes más críticos en la dieta de reproductoras, ya que influye directamente en la calidad de la cáscara del huevo y, por lo tanto, en la incubabilidad de los huevos: por tanto, juega un papel determinante en la productividad de las reproductoras avícolas. Un suministro insuficiente de este mineral no solo afecta la resistencia de la cáscara, aumentando el riesgo de pérdida de huevos, sino que también impacta la tasa de postura y la fertilidad.

Un aspecto importante para permitirle a las reproductoras lograr todo su potencial reproductivo es garantizar que reciban la nutrición adecuada, con atención particular en la alimentación durante las etapas pre-pico y post-pico. En estas etapas, el administrador de las aves debe tener en cuenta el estado de la parvada respecto al nivel de producción de huevos, el aumento de peso corporal, las reservas de grasa y el emplume, con el fin de garantizar que las aves no estén recibiendo menos o más alimento del adecuado (Silva, 2015)

El período de tiempo entre el nacimiento hasta las 4-5 semanas de edad es importante para determinar el desempeño futuro de las aves. En esta etapa, la nutrición se debe enfocar en el desarrollo adecuado de los sistemas óseo, intestinal, cardiovascular e inmunológico, y debe observarse una buena uniformidad en la parvada respecto a dicho desarrollo. (Silva, 2015).

La etapa de pre-producción es una fase crítica en la preparación de la hembra reproductora de engorde para la madurez sexual y la producción de huevos. Durante este período, el ave debe recibir los incrementos adecuados de alimento para poder llevar a término exitoso la etapa de crecimiento. (Silva, 2015)

El horario de alimentación puede influir en la calidad de la cáscara. Las reproductoras suelen alimentarse durante las primeras horas de la mañana. Desafortunadamente, esto no coincide con el horario de deposición de la cáscara de huevo (calcificación). La demanda pico de calcio se produce durante la noche, cuando se produce la deposición de la cáscara de huevo.

Como hay una cantidad limitada de calcio en el tracto digestivo en el momento de la calcificación de la cáscara de huevo, se traslada una cantidad significativa de calcio del sistema esquelético para la formación de la cáscara. (Chang Alex, 2023).

Las aves que sufren estrés por calor suelen poner huevos con cáscaras más finas y más débiles debido a perturbaciones del equilibrio ácido-base en sangre, como resultado del jadeo (hiperventilación). La hiperventilación causa pérdida excesiva de CO₂ de la sangre. Los niveles bajos de CO₂ hacen que el pH de la sangre se eleve o se torne más alcalino. Un pH de la sangre más elevado reduce la cantidad de Ca ionizado y de CO₃ que se transporta hacia el útero para la formación de la cáscara de huevo. (Chang Alex, 2023).

Según (Leeson y Summers, 2000) Los hallazgos de las investigaciones indican que cuanto más calcio esquelético se use en la formación de la cáscara, menor será la calidad de la cáscara.

La resistencia de la cáscara

Está determinada por el metabolismo del calcio en las gallinas. Este proceso implica un flujo dinámico entre el calcio proporcionado por el alimento y los huesos hacia el útero. Cada huevo producido requiere de 2 a 2.5 gramos de calcio, cantidad que es casi independiente del tamaño del huevo. Este requerimiento debe ser cubierto principalmente a través de la alimentación, aunque las aves pueden movilizar algo de calcio de las reservas del hueso medular para la formación de la cáscara. En este sentido, el hueso medular actúa como una reserva de calcio disponible durante la formación de la cáscara. La cantidad de calcio que estas reservas pueden aportar dependerá de la tasa y cantidad de calcio que se absorba del contenido digestivo durante la deposición de la cáscara.

Cuando el suministro dietético de calcio es adecuado, el ave puede reponer y mantener el contenido de calcio en el hueso medular durante los períodos en que no ocurre la formación de la cáscara (International, 2017). Por ello, al formular el alimento para reproductoras, es fundamental garantizar un aporte adecuado de nutrientes, prestando especial atención a los macrominerales, especialmente el calcio y el fósforo, que son vitales para la producción de huevos y la calidad ósea de las gallinas ponedoras. Los niveles óptimos de estos nutrientes han sido establecidos para maximizar tanto la producción de huevos como la calidad de la cáscara, estimándose que cada huevo contiene aproximadamente 2,2 g de calcio (Acosta et al., 2009; Vera et al., 2012).

Una cáscara resistente no solo garantiza la protección del embrión, sino que también mejora la productividad y rentabilidad de las granjas avícolas al reducir las pérdidas por huevos roto.

La resistencia de la cáscara de los huevos es crucial para la productividad de las gallinas ponedoras. Un adecuado suministro de calcio no solo favorece la calidad de la cáscara, sino que también garantiza el bienestar y la salud general del ave, lo que se traduce en mejores resultados de producción.

Calcio

El calcio es un mineral metálico con carga positiva, que se encuentra en forma de catión Ca^{+2} en los sistemas biológicos. Es el elemento mineral más abundante en el cuerpo animal, encontrándose cerca del 99% en los huesos como fosfatos de calcio y el restante 1% ampliamente distribuido en los tejidos blandos en forma iónica. Es el principal constituyente del cascarón encontrándose como 94% de este en forma de carbonato de calcio (Guillermo, 2012).

El calcio es un mineral esencial en la dieta de las reproductoras livianas, ya que desempeña un papel crucial en la formación de la cáscara del huevo. Este mineral no solo es fundamental para la estructura ósea, sino que también es vital para la calidad del huevo producido. Las gallinas ponedoras requieren entre 2 a 2.5 gramos de calcio por huevo, cantidad que debe ser suministrada principalmente a través de la alimentación. Además, las aves pueden movilizar calcio de sus reservas en los huesos, específicamente del hueso medular, durante la formación de la cáscara (International, 2017).

Un suministro adecuado de calcio en la dieta permite a las reproductoras mantener la densidad ósea y la salud general, lo que se traduce en una producción de huevos de mayor calidad. Las propiedades del calcio, como su capacidad para formar carbonato de calcio, son cruciales para asegurar la resistencia y la integridad de la cáscara (Acosta et al., 2009). La calidad de la cáscara no solo afecta la apariencia del huevo, sino que también influye en la tasa de incubación y la viabilidad de los embriones. Estudios han demostrado que niveles insuficientes de calcio pueden resultar en cáscaras delgadas y frágiles, lo que aumenta el riesgo de rotura durante el manejo y almacenamiento (Vera et al., 2012). Por lo tanto, la incorporación de calcio en la dieta de las reproductoras es vital para garantizar no solo la cantidad de producción, sino también la calidad de los huevos.

Debido a su papel crucial en la formación de la cáscara del huevo, el calcio es un componente esencial en la dieta de las reproductoras livianas. Una deficiencia en este mineral puede llevar a una disminución significativa en la calidad del huevo y la productividad general.

Cáscara

Es la primera barrera de defensa que posee el huevo Castañeda & Gómez, 2010. Supone un 9% del peso del huevo y se compone de: Carbonato cálcico (94%), carbonato magnésico

(1%), fosfato cálcico (1%) y materia orgánica (4% de proteína), su color depende de la presencia de un pigmento compuesto por ovoporfirinas, ligado a la raza de la gallina y en su superficie hay numerosos poros (entre 7.000 y 15.000) que facilitan el intercambio gaseoso entre el interior y el exterior del huevo. (Zucami.com, S:f)

Huevo fértil

Un huevo fértil es el resultado de la convivencia entre machos y hembras en un plantel reproductor, habiendo sido fertilizado, en lugar de presentar un blastodisco presenta un blastodermo, es decir, contiene un embrión antes de haber sido puesto (Vet-Uy, 2004).

El huevo fértil se define como aquel huevo que ha sido fertilizado y tiene el potencial de desarrollar un embrión viable. La calidad del huevo fértil es esencial para garantizar un adecuado desarrollo del embrión, y el calcio desempeña un papel crucial en este proceso. Este mineral es fundamental no solo para la formación de la cáscara, sino también para el desarrollo adecuado del embrión dentro del huevo. Cada huevo fértil requiere una cantidad significativa de calcio, que es fundamental para la formación de una cáscara robusta y resistente (Acosta et al., 2009).

Un suministro adecuado de calcio en la dieta de las gallinas ponedoras es vital para asegurar que los huevos tengan una cáscara de calidad, lo que reduce el riesgo de daños y asegura una buena tasa de incubación. La cáscara del huevo, compuesta principalmente de carbonato de calcio, protege al embrión en desarrollo de factores externos y proporciona un ambiente controlado para su crecimiento (Vera et al., 2012).

Cuando las gallinas no reciben suficiente calcio, la calidad de la cáscara se ve comprometida, lo que puede resultar en una alta tasa de rotura y, en consecuencia, en un menor número de embriones viables.

En resumen, el calcio es un elemento clave en la producción de huevos fértiles de calidad. Asegurar un suministro adecuado de este mineral no solo mejora la resistencia de la cáscara, sino que también maximiza las posibilidades de éxito en la incubación y el desarrollo de embriones sanos.

La calidad del huevo fértil depende en gran medida de la cáscara, cuya formación está directamente influenciada por la cantidad y disponibilidad de calcio en la dieta de las reproductoras.

Conclusiones

Este trabajo resalta la importancia del calcio en una dieta equilibrada que incluya vitaminas y minerales, destacando su papel fundamental en el desarrollo de los huesos y la calidad de los huevos en las aves reproductoras. En los sistemas de cría industrial, como el de las ponedoras, se presentan fenómenos que impactan la nutrición y el metabolismo mineral. Un tránsito rápido del alimento, característico de las razas comerciales, puede reducir la digestibilidad y alterar el microbiota intestinal, llevando a una mala nutrición y disbiosis. Esta condición puede aumentar la proliferación de patógenos, causando lesiones en la mucosa digestiva y afectando la absorción de calcio y otros nutrientes (Arias, 2024).

El calcio es un componente esencial en la fisiología de las aves, proporcionando resistencia y soporte estructural tanto en los huesos como en la cáscara del huevo. Además, es vital para numerosas reacciones bioquímicas en el organismo. El metabolismo del calcio en las aves es altamente eficiente y regulado en diferentes tejidos (Matos, 2008).

Se estima que una gallina debe ingerir cerca de 5 gramos de carbonato de calcio diariamente; su deficiencia no solo afecta el rendimiento de la postura, sino que también disminuye el grosor de la cáscara y puede causar raquitismo en aves jóvenes y descalcificación en adultas (Rodríguez, 2012).

El trabajo ha permitido identificar los principales factores que afectan el suministro de calcio en reproductoras livianas, tales como la absorción intestinal y la solubilidad de las fuentes de calcio. Además, se ha analizado el papel del calcio en el organismo de estas aves, destacando su impacto en la formación de la cáscara del huevo y la estructura ósea. Finalmente, se ha encontrado una relación directa entre la cantidad de calcio suministrado y la calidad del huevo producido, lo que afecta la tasa de postura y la fertilidad.

En resumen, garantizar un adecuado suministro de calcio en las dietas de reproductoras es esencial para optimizar la calidad de los huevos y mejorar la productividad en sistemas de cría industrial. Estos hallazgos enfatizan la necesidad de considerar tanto la cantidad como la biodisponibilidad del calcio en la formulación de dietas, alineando las prácticas de alimentación con los objetivos de producción eficiente y sostenible.

Recomendaciones

Optimizar la dieta con calcio

Se recomienda formular las dietas de las reproductoras livianas con un enfoque específico en el suministro adecuado de calcio, garantizando que cada ave reciba aproximadamente 5 gramos de carbonato de calcio al día. Este ajuste se basa en los hallazgos que indican que una deficiencia de calcio está asociada con una reducción en el rendimiento de la postura y el grosor de la cáscara (Rodríguez, 2012).

Monitoreo del estado de salud digestiva

Es crucial implementar un sistema de monitoreo de la salud digestiva de las aves. Dado que la disbiosis puede afectar la absorción de calcio y otros minerales (Arias, 2024), se sugiere realizar análisis regulares del microbiota intestinal para identificar desequilibrios y corregirlos de manera oportuna.

Formulación de dietas equilibradas

A partir de la evidencia presentada, se debe prestar especial atención a la inclusión de fuentes de calcio biodisponibles y equilibradas en las dietas. Las formulaciones deben considerar el impacto del pH intestinal y la solubilidad del calcio, aspectos que son vitales para la eficiencia de la absorción (Matos, 2008).

Capacitación del personal

Se recomienda capacitar al personal encargado de la alimentación y manejo de las aves sobre la importancia del calcio en la producción de huevos de calidad. La formación debe incluir información sobre la formulación de dietas, la identificación de signos de deficiencia de calcio y la implementación de buenas prácticas de manejo.

Investigación continua

Es fundamental promover investigaciones adicionales que evalúen la relación entre la alimentación, el metabolismo del calcio y los parámetros productivos en diferentes razas de reproductoras. Esto contribuirá a afinar las recomendaciones dietéticas y mejorar los

resultados en la producción de huevos.

Pruebas periódicas de calidad del huevo

Se recomienda realizar para evaluar la eficacia de la suplementación de calcio en reproductoras livianas. También se aconseja ajustar las dietas según las necesidades específicas de cada etapa productiva, con énfasis en el uso de fuentes de calcio de alta solubilidad.

Referencias Bibliográficas

- Arango, G. D. (2012, 5 de abril). El calcio y fósforo como protagonistas en la nutrición de ponedoras. El Sitio Avícola. <https://elsitioavicola.com/articles/2137/el-calcio-y-fasforo-como-protagonistas-en-la-nutricion-de-ponedoras/>
- Arias, D. D. (2024, 11 de enero). Importancia del calcio en ponedoras. VeterinariaDigital.
- Bartolo, A., & Landin, L. (2009). Comparación de nidos automáticos y convencionales evaluando su eficiencia en relación a huevo sucio, roto y calidad del pollito en reproductoras pesadas en Maltrata, Veracruz, México. Universidad Veracruzana, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
<http://cdigital.uv.mx/bitstream/12345678/63/1/ALFREDO%20GUERRERO.pdf>
- Camiruaga, M. (n.d.). Producción animal: Líneas genéticas de ponedoras.
https://www7.uc.cl/sw_educ/prodanim/aves/si5.htm
- Cepero, R. (1996). Calidad de huevos y pollos: ¿mejor o peor? Selecciones avícolas, 43-55.
http://ddd.uab.cat/pub/selavi/selavi_a1996m5v38n5/selavi_a1996m5v38n5p43.pdf
- Chang Alex, E. B. (2023, 29 de septiembre). La importancia de la nutrición para la calidad de la cáscara de huevo en reproductoras de pollos de engorde.
<https://bmeditores.mx/avicultura/la-importancia-de-la-nutricion-para-la-calidad-de-la-cascara-de-huevo-en-reproductoras-de-pollos-de-engorde/>
- G, M. C. (n.d.). La alimentación de aves de corral. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 8. <https://file:///C:/Users/Representante%20Tec/Downloads/2049-6716-1-PB.pdf>
- García, M. (2004, 29 de julio). Estudios recientes con calcio en gallinas de postura. Portal

- Veterinaria. <https://www.portalveterinaria.com/avicultura/articulos/2758/estudios-recientes-con-calcio-en-gallinas-de-postura.htm>-Line International. (2016). Entendiendo la función del esqueleto en laproducción de huevo.
- Hy-Line International. (2017). La ciencia de la calidad del huevo.
- Ketelaere, B. D., Coucke, P., Dewil, E., Visscher, J., Decuypere, E., & Baerdemaeker, J. (2002). Measuring the eggshell strength of six different genetic strains of laying hens: Techniques and comparisons. *British Poultry Science*, 43(2), 238-244.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12047088>
- C., & Luis, J. (2013). Efecto del estrés calórico sobre la fisiología y calidad del huevo en gallinas ponedoras. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 16.
<https://www.redalyc.org/pdf/636/63628041009.pdf>
- Matos, R. D. (2008, 11 de enero). Metabolismo del calcio en aves. *Vet Clin NorthAm Exot Anim Pract*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18165138/>
- Paca, M. (2021). El calcio y el fósforo en el comportamiento productivo de gallinas ponedoras comerciales. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15625/1/17T01653.pdf>
- Rodríguez, J. H. (2012, 20 de abril). Adición de carbonato cálcico y su repercusión económica sobre el grosor del cascarón en ponedoras. *Espamciencia*, 8.
http://revistasepam.esPAM.edu.ec/index.php/Revista_ESPAMCIENCIA/article/view/46/26
- Sáenz, J. A. (2022, 22 de junio). Panorama del sector avícola de Colombia: cifras y retos. <https://www.veterinariadigital.com/articulos/panorama-del-sector-avicola-de-colombia-cifras-y-retos/#:~:text=Las%20cifras%20productivas%20del%20sector,de%20291%20unidades%20por%20a%C3%B1o>.

- Silva, M. (2015). Alimentación de la reproductora de engorde moderna.
- Soler, M. D., & Garcés, C. Y. (2014). Justificación económica de la sustitución de correctores minerales en dietas de gallinas ponedoras. Universidad de Colima.
https://www.redalyc.org/journal/837/83732353008/html/#redalyc_83732353008_ref9
- Torres, A. A. (2016). Factores relacionados con el metabolismo y suplementación con calcio en gallinas ponedoras. Ciencia Unisalle.
<https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1254&context=zootecnia>
- Turner, J., & V. (n.d.). Tetania cálcica en reproductoras. Aviagen.
https://aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Tetania_calcica_en_reproductoras.pdf
- Valdés, V., Cuca, M., Pro, A., González, M., & Suárez, M. (2011). Producción de huevo, calidad del cascarón y rentabilidad en gallinas de primer ciclo con niveles de calcio y fósforo disponible. *Mex Cienc Pecu*, 2(1), 69-83.
<http://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v2n1/v2n1a6.pdf>
- Vera-Rodríguez, J. (2019). Efecto de diferentes niveles de suministro de carbonato de calcio sobre el peso y grosor de la cáscara del huevo. *Revista Colombiana de Ciencia Animal RECIA*, 8. <http://www.scielo.org.co/pdf/recia/v11n2/2027-4297-recia-11-02-11.pdf>
- Vet, & Agustin, M. (2017, 29 de mayo). Importancia del calcio y fósforo en la formación de la cáscara de huevo en gallinas ponedoras. Universidad Nacional de La Plata.
http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/66423/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Zucami.com. (n.d.). Tips sobre la estructura, composición y propiedades del huevo.