

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria
Ingeniería Agronómica



Proyecto Especial de Graduación
Evaluación del efecto de una premezcla enriquecida con calcio en la
productividad y calidad del huevo en gallinas ponedoras

Estudiante

Daniela Sofia Lima Alvarez

Fernando Enriquez Sarceño Zuñiga

Asesores

Patricio E. Paz, Ph.D.

Rogel Castillo, M.Sc.

Honduras, agosto 2024

Autoridades

SERGIO ANDRÉS RODRÍGUEZ ROYO

Rector

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

CELIA O. TREJO RAMOS

Directora Departamento Ciencia y Producción Agropecuaria

JULIO NAVARRO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros.....	4
Resumen	5
Abstract.....	6
Introducción.....	7
Materiales y Métodos.....	9
Ubicación Experimental	9
Animales y Tratamientos	9
Condiciones Experimentales.....	9
Desempeño Productivo.....	9
Calidad del Huevo	10
Diseño Experimental y Análisis Estadístico	11
Resultados y Discusión.....	12
Conclusiones	17
Recomendaciones.....	18
Referencias.....	19

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Dietas experimentales de gallinas ponedoras Dekalb® White entre las 58 y 67 semanas de ciclo productivo.....	10
Cuadro 2. Efecto de Calfostonic® en el peso del huevo de gallinas ponedoras (semana 57-67)	12
Cuadro 3. Efecto de Calfostonic® con diferentes niveles de inclusión en la calidad del huevo en la semana 62 del ciclo productivo	13
Cuadro 4. Efecto de Calfostonic® con diferentes niveles de inclusión en la calidad del huevo en la semana 67 del ciclo productivo	15

Resumen

La implementación de nuevos productos en dietas para aves se usa para mejorar la productividad y calidad del huevo. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del Calfostonic® bajo cuatro niveles de inclusión en dietas para gallinas ponedoras Dekalb® White en la productividad y calidad del huevo. Se usó un diseño completamente al azar, con un total de 400 gallinas ponedoras de 58 semanas de edad distribuidas en cuatro tratamientos con 30 repeticiones, con cinco aves por jaula, durante 10 semanas. Los datos fueron analizados con la prueba Shapiro-Wilk para determinar normalidad y fueron analizados mediante la prueba de Kruskal-Wallis, también se utilizó la prueba de Duncan usando el paquete estadístico JMP® 18 Pro. Los tratamientos consistieron en los diferentes niveles de inclusión de Calfostonic® en la dieta: T1-Control, T2-0.05%, T3-0.10%, T4-0.15%. Los resultados mostraron diferencias significativas en el uso de Calfostonic® en un nivel de inclusión del T3-0.10%, en donde se ve la mejora de parámetros de calidad interna como altura del albumen, unidades Haugh ($P \leq 0.05$). En cuanto a los parámetros externos, hubo una mejora en el grosor de la cáscara ($P \leq 0.05$). La inclusión de Calfostonic® influyó positivamente en la calidad del huevo en parámetros externos e internos en gallinas ponedoras Dekalb White®.

Palabras clave: Calfostonic®, calidad del huevo, niveles de inclusión, productividad.

Abstract

The implementation of new products in poultry diets is used to improve productivity and egg quality. The aim of the present study was to evaluate the effect of Calfostonic® under four inclusion levels in Dekalb® White diets for laying hens on egg productivity and quality. A completely randomized design was used, with a total of 400 58-week-old laying hens distributed in four treatments with 30 replications, with five birds per cage, for 10 weeks. The data were analyzed with the Shapiro-Wilk test to determine normality and were analyzed using the Kruskal-Wallis test, and the Duncan test was also used using the JMP® 18 Pro statistical package. The treatments consisted of the different inclusion levels of Calfostonic® in the diet: T1-Control, T2-0.05%, T3-0.10%, T4-0.15%. The results showed significant differences in the use of Calfostonic® at an inclusion level of T3-0.10%, where the improvement of internal quality parameters such as albumen height and Haugh units ($P \leq 0.05$) was observed. Regarding external parameters, there was an improvement in shell thickness ($P \leq 0.05$). The inclusion of Calfostonic® positively influenced egg quality in external and internal parameters in Dekalb White® laying hens.

Keywords: Calfostonic®, egg quality, inclusion levels, productivity.

Introducción

El incremento de la población a nivel mundial ha generado un impacto significativo en los sistemas de producción de proteína animal. Debido al crecimiento demográfico y el movimiento de la población hacia las ciudades urbanizadas (Schwägele, 2011), la demanda de una fuente proteica de calidad ha obligado a la industria, la búsqueda de alternativas sostenibles, y económicamente factibles para suplir esas necesidades (FAOSTAT, 2018).

Indiscutiblemente la industria avícola, debido al ciclo corto de producción y la eficiencia en convertir el alimento en carne y huevo por parte de las aves, es una de las actividades capaz de suplir la demanda por parte de los consumidores (Siegel, 2014). Sin lugar a duda, el huevo es uno de los productos de origen animal más consumidos en el mundo debido a sus componentes nutricionales, bajo costo de producción, fácil acceso en el mercado, y sobre todo por los beneficios nutricionales que aporta a la dieta de los consumidores (Iskender y Kanbay, 2014).

Sin embargo, la calidad externa e interna del huevo son indicadores claves para evaluar el desarrollo productivo de la gallina ponedora (Hiep y Swick, 2017). Es por ello, que el conocimiento de los ingredientes suministrados en las dietas de las aves juega un papel fundamental en las características finales del huevo. Se ha demostrado que la suplementación de elementos como el calcio (Ca), está relacionado con la conservación de las características de la calidad de cáscara durante el periodo de almacenamiento (Rodrigues et al., 2013). Por otra parte, según los resultados obtenidos por Sanmiguel et al. (2016), se demuestra que la suplementación del Ca por arriba de 4.5 g/día mejora el rendimiento en postura y consecuentemente mejora las características externas del huevo. Además, la inclusión del Ca en las dietas es de vital importancia ya que participa en la estructura del sistema óseo, secreción hormonal, conducción nerviosa y activación e inactivación de enzimas. Por lo antes mencionado, el calcio forma parte estructural del sistema óseo, y además, de la secreción de hormonas, como la paratiroides, que permite el correcto funcionamiento del metabolismo del calcio (Nascimento et al., 2014).

Adicionalmente, el nivel de inclusión y el tamaño del calcio puede influir en su disponibilidad para las gallinas ponedoras, ya que la formación de la cascara ocurre durante la noche cuando no hay consumo de alimento, en cada huevo están presentes 2 g de calcio aproximadamente, por lo cual, estas necesitan consumir mínimo 4 g de calcio al día para distribuirlos adecuadamente (Díez Arias, 2024).

En los últimos años, los investigadores y la industria avícola han mostrado un interés masivo en los aditivos alimentarios como una forma de mejorar el rendimiento de las gallinas ponedoras. Uno de estos aditivos es el Calfostonic®, complemento mineral y vitamínico utilizado en dietas de diferentes animales por su alto contenido nutricional, principalmente por su aporte de calcio. El Calfostonic® está compuesto principalmente de 44.39% de carbonato cálcico, 30% de fosfato dicálcico (de origen mineral), 2.5% de cloruro sódico y de 0.5% de carbonato de magnesio (Coluga, 2023).

Debido al impacto significativo que los aditivos representan en la industria, este estudio tiene el propósito de evaluar diferentes factores relacionados con la calidad del huevo, como peso del huevo (PH), altura del albumen (AA), unidades Haugh (UH), color de la yema (CY) y grosor de la cáscara (GC). Los huevos se constituyen por albumen, yema y cáscara. El albumen está compuesto por 88% de agua, 11% de proteínas, 0.2% de lípidos y 0.8% de minerales. La yema está compuesta por un 48% de agua, 17.5% de proteínas, 32.5% de lípidos y 2% de minerales (Gao et al., 2021).

Con base en esto, este estudio tuvo como objetivos: Evaluar el efecto de la premezcla Calfostonic® sobre la calidad del huevo; Evaluar el porcentaje de inclusión de Calfostonic® y la semana que muestre la mejor calidad del huevo de las gallinas ponedoras, y Evaluar el porcentaje de inclusión de Calfostonic® que influye más en el peso del huevo.

Materiales y Métodos

Ubicación Experimental

El estudio se realizó en el Centro de Investigación y Enseñanza Avícola de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Ubicado en el Valle de Yegüare, municipio de San Antonio de Oriente, departamento Francisco Morazán, a 32 km de Tegucigalpa, Honduras. La unidad experimental tiene una altura de 800 msnm y una temperatura promedio de 26 °C.

Animales y Tratamientos

Un total de 400 gallinas ponedoras Dekalb® White de 58 semanas de edad se distribuyeron según un diseño totalmente aleatorio durante 10 semanas, con cuatro tratamientos, 30 repeticiones por tratamiento y cinco aves por jaula. Las dietas experimentales se muestran en el Cuadro 1.

Condiciones Experimentales

Las gallinas ponedoras se alojaron en un galpón comercial de 400 m² y en jaulas con una medida de 0.19 m² que alojan cinco gallinas, con un sistema de iluminación artificial suministrando 16 horas luz cada día. El agua se ofreció *ad libitum* en un bebedero de niples por jaula y el consumo de alimento se restringió a 110 g/ave. No se empleó atención veterinaria terapéutica durante la etapa experimental. Se utilizaron siete días de adaptación a las nuevas dietas.

Desempeño Productivo

El peso del huevo se determinó en todas las semanas experimentales, recolectando 30 huevos de cada tratamiento entre las 08:30 am a 09:30 am y pesándolos en una balanza técnica digital Sartorius® modelo BL 1500 con precisión ± 0.1 g. Esta información sirvió para calcular el peso promedio.

Cuadro 1

Dietas experimentales de gallinas ponedoras Dekalb® White entre las 58 y 67 semanas de ciclo productivo.

Ingredientes	Control 0% Calfostonic	0.05% Calfostonic	0.10% Calfostonic	0.15% Calfostonic
Consumo de Alimento (g/ave/día)	110	110	110	110
Harina de maíz	55.459	55.459	55.459	55.459
Harina de soya	28.029	28.029	28.029	28.029
Premezcla minerales y vitaminas ¹	0.25	0.25	0.25	0.25
Bicarbonato de sodio	0.19	0.19	0.19	0.19
Cloruro de sodio	0.32	0.32	0.32	0.32
Aceite vegetal	4.59	4.59	4.59	4.59
Colina	0.05	0.05	0.05	0.05
DL-Metionina	0.20	0.20	0.20	0.20
L-Lisina	0.00	0.00	0.00	0.00
Carbonato de calcio grueso	5.589	5.589	5.589	5.589
Carbonato de calcio fino	3.725	3.725	3.725	3.725
Fosfato monocálcico	1.528	1.528	1.528	1.528
Secuestrante micotoxinas	0.07	0.07	0.07	0.07
Calfostonic®	0.00	0.05	0.10	0.15
<i>Aportes Nutricionales</i>				
EM (kcal/kg)	2800	2800	2800	2800
Proteína cruda (%)	16.8	16.8	16.8	16.8
Lisina (%)	0.79	0.79	0.79	0.79
Metionina+cisteina (%)	0.67	0.67	0.67	0.67
Treonina (%)	0.56	0.56	0.56	0.56
Valina (%)	0.66	0.66	0.66	0.66
Triptófano (%)	0.17	0.17	0.17	0.17
Ca (%)	3.73	3.92	4.10	4.29
P disponible (%)	0.44	0.44	0.44	0.44
Na (%)	0.19	0.19	0.19	0.19
Cl (%)	0.18	0.18	0.18	0.18
Ácido linoleico (%)	1.58	1.58	1.58	1.58
FC (%)	2.26	2.26	2.26	2.26
FDN (%)	8.58	8.58	8.58	8.58
FAD (%)	3.57	3.57	3.57	3.57
LAD (%)	0.50	0.50	0.50	0.50

Calidad del Huevo

En las semanas 5 y 10 del experimento, se recolectaron 30 huevos por tratamiento y se determinó la calidad externa e interna del huevo en el Laboratorio de Calidad del Huevo en el Centro de Enseñanza e Investigación Avícola de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Se utilizó una balanza técnica digital Sartorius® para determinar el peso del huevo, un micrómetro digital de albumen para determinar la altura del albumen y las unidades Haugh, un medidor digital de color de

yema QCD para medir automáticamente el color de la yema, y un micrómetro para medir el grosor de la cáscara.

Diseño Experimental y Análisis Estadístico

Se usó un diseño completamente al azar para la distribución de tratamientos y los datos fueron analizados para determinar normalidad con la prueba Shapiro-Wilk con el software estadístico JMP® Statistical Software 18 Pro. Se estableció un nivel de exigencia de $P \leq 0.05$, y se utilizaron las pruebas de Wilcoxon y Kruskal-Wallis para la suma de rangos y un análisis de comparaciones no paramétricas mediante el método Steel-Dwass. También se realizó un análisis de medidas repetidas en tiempo (MRT) utilizando el mismo programa.

Resultados y Discusión

En el Cuadro 2 se puede observar el comportamiento del peso del huevo durante 11 semanas del experimento, aquí se toma en cuenta una semana más, que fue la semana de adaptación al producto.

Cuadro 2

Efecto de Calfostonic® en el peso del huevo de gallinas ponedoras (semana 57-67).

Semana	Tratamientos experimentales			
	T1-Control	T2-0.05%	T3-0.10%	T4-0.15%
1	63.47	63.20	66.26	62.98
2	62.69	63.07	62.58	65.36
3	63.16	62.67	62.55	61.65
4	62.85	63.19	67.40	63.24
5	63.63	65.55	64.05	64.12
6	62.31	62.63	61.62	66.85
7	62.04	62.47	61.51	65.59
8	63.75	63.34	64.40	65.89
9	67.64	65.73	69.47	67.29
10	66.81	67.32	68.11	68.40
11	69.66	70.12	69.26	67.13
Promedio	64.19 ^c	64.48 ^{bc}	65.20 ^{ab}	65.32 ^a
EE ±	0.28	0.30	0.34	0.31
Valor P	<.0001			

Nota. ^{a, b} Medias con letras diferentes entre fila difieren a $P \leq 0.05$; EE±: Error estándar.

Se observaron diferencias ($P \leq 0.05$) en el peso de todas las semanas. Durante todo el experimento, el tratamiento que mejor se comportó fue el T4 (0.15% Calfostonic), teniendo una media de 65.32 g, siendo diferente a la media del tratamiento control con 64.19 g, teniendo aquí los pesos más bajos durante todo el experimento. Esto concuerda con el estudio de Hernández et al. (2006) en donde mencionan que el nivel de calcio que puede influir en el peso del huevo es de 3.17 g/ave/día. Dada esta información, la adición de calcio influyó positivamente en el peso del huevo.

En el Cuadro 3 se reflejan los cuatro tratamientos experimentales que se llevaron a cabo durante la semana 5 del experimento (Semana 62 de edad).

Cuadro 3

Efecto de Calfostonic® con diferentes niveles de inclusión en la calidad del huevo de gallinas ponedoras (semana 62).

Ítems	Tratamientos experimentales				EE ±	Valor de P
	T1-Control	T2-0.05%	T3-0.10%	T4-0.15%		
Peso del huevo (g)	63.63	65.55	64.05	64.12	0.488	0.766
Altura del albumen (mm)	8.61 ^b	9.12 ^{ab}	10.11 ^a	9.39 ^{ab}	0.184	0.004
Unidades Haugh	90.66 ^b	93.24 ^b	98.58 ^a	93.97 ^{ab}	0.890	0.003
Grosor de la cáscara (mm)	0.26 ^c	0.28 ^b	0.31 ^a	0.31 ^a	0.009	<0.001
Color de la yema	4.10	4.27	4.23	3.97	0.053	0.160

Nota. ^{a, b} Medias con letras diferentes entre fila difieren a $P \leq 0.05$; EE ±: Error estándar.

El calcio es un mineral esencial en gallinas ponedoras para llevar a cabo diferentes procesos fisiológicos, ya que, este influye significativamente en su aptitud productiva (Díez Arias, 2024). En la variable peso del huevo se observa que no hubo diferencias ($P > 0.05$) al adicionar diferentes niveles de inclusión de Calfostonic® en la dieta al ser comparadas con el tratamiento control, al igual que en la variable color de la yema. Esto pudo deberse a que, lo que se adicionó en gran parte fue calcio, y según indica la Fundación Española de la Nutrición (2018) la yema es una emulsión de grasa en agua, contiene proteína y lípidos, en la solución proteica se pueden encontrar varias lipoproteínas en forma granular. En base a esta definición, se puede inferir que no hay una relación directa entre la adición de Calfostonic® con el color de la yema, ya que la yema no está compuesta por minerales como el calcio.

Por otro lado, la altura del albumen, unidades Haugh, y el grosor de la cáscara, mostraron diferencias ($P \leq 0.05$). En este caso, en la altura del albumen, el T3-0.10% fue el único que mostró mayor altura de albumen en comparación con el tratamiento control, con un valor de 10.11 mm de altura, el cual es superior al valor estándar, que es de 8 mm. Acorde con Silversides y Scott (2001) los huevos tienden a ser de mayor tamaño, tener menos yema, una altura de albumen mayor y una cáscara con alto porcentaje, lo cual se ve reflejado al comparar el T3-0.10% y el tratamiento control.

Asimismo, las unidades Haugh son medidas objetivas que se basan en la altura del albumen y la correlación con el peso del huevo (Jones, 2008). Bajo esta definición, se encontró que existen

diferencias ($P \leq 0.05$) entre el tratamiento control y el T3-0.10%, ya que, mostró la mayor cantidad de unidades Haugh, con un valor de 98.58. Según la United States Department of Agriculture (2015) cuanto mayor sea el valor de las unidades Haugh, la calidad de los huevos va a ser mejor, por consiguiente, el valor con la mejor calidad es AA y está en el rango de 72-100 UH, que según los resultados del experimento en la semana 62, presentan esta condición de calidad.

Con relación a la cáscara, este es uno de los indicadores de calidad del huevo más importantes para la industria, ya que, en los consumidores, su percepción de calidad está relacionado con la apariencia de la cascara. En este caso, para el grosor de cáscara se observaron diferencias ($P \leq 0.05$) entre tratamientos, siendo el T3-0.10% y T4-0.15% los que presentaron un mayor grosor de cáscara con un valor de 0.31 mm. El grosor de cáscara promedio deseado es de 0.30 mm, significando que los huevos con una cáscara inferior a este valor no son los más apropiados para comercializarlos por la fragilidad que pueden presentar (Baxlo, 2024). Sin embargo, ambos tratamientos (T3-0.10% y T4-0.15%) cumplen con un grosor de cáscara adecuado para comercialización. Esto se debe a los niveles de inclusión de Calfostonic® administrados en esos dos tratamientos (0.10% y 0.15%), acorde con (Safaa et al., 2008) la calidad de la cáscara del huevo está relacionada directamente con el calcio suministrado en las dietas. Estos resultados concuerdan con el estudio de Hidalgo y Rodríguez (2019) donde indican que, a mayor inclusión de calcio en la dieta de gallinas ponedoras, existe una mejora en el grosor de la cáscara, por ende, esta va en incremento.

En el Cuadro 4 se reflejan los resultados de la semana 10 del experimento (Semana 67 de edad).

Cuadro 4

Efecto de Calfostonic® con diferentes niveles de inclusión en la calidad del huevo de gallinas ponedoras (semana 67).

Ítems	Tratamientos experimentales				EE ±	Valor de P
	Control	0.05%	0.10%	0.15%		
Peso del huevo (g)	69.66	70.12	69.26	67.13	0.424	0.076
Altura del albumen (mm)	6.52 ^b	8.32 ^a	8.87 ^a	8.45 ^a	0.215	<0.001
Unidades Haugh	75.72 ^b	86.86 ^a	91.16 ^a	89.25 ^a	1.299	<0.001
Grosor de la cáscara (mm)	0.31	0.30	0.30	0.30	0.053	0.226
Color de la yema	4.03	4.17	4.00	4.07	0.004	0.7002

Nota. ^{a, b} Medias con letras diferentes entre fila difieren a $P \leq 0.05$; EE ±: Error estándar.

En cuanto al peso del huevo no se encontró diferencias entre tratamientos ($P > 0.05$), pero si se pueden notar huevos con un peso alto, esto se debe a que el peso del huevo aumenta conforme la edad de la gallina avanza (Kocevski et al., 2011). Tampoco se encontró diferencias significativas entre tratamientos con relación al color de la yema, debido a que, el color que adquiera la yema de huevo va a depender de la pigmentación, quiere decir, los carotenoides presentes en la dieta (Carranco et al., 2020). Esto toma sentido, puesto que, el Calfostonic® no contiene pigmentos que puedan influir en la coloración de la yema. Por otro lado, la variable grosor de cáscara no mostró diferencias entre tratamientos ($P > 0.05$). Se puede observar que los valores entre tratamientos son similares y han disminuido en comparación con la calidad de la semana 62, por lo que, estos resultados se pueden deber a una disminución en la actividad renal de la 25(OH) D₃-1-hidroxilasa que está directamente relacionado con el avance de edad de la gallina, lo que causa huevos con cascarones más delgados o frágiles (Cuca, 2005), esto es importante, ya que, no se está haciendo un buen aprovechamiento del calcio desde la ingesta, lo que afecta a la calidad final de la cáscara del huevo.

Por el contrario, la variable altura del albumen y unidades Haugh mostraron diferencias ($P \leq 0.05$), en donde todos los tratamientos con inclusión de Calfostonic® fueron diferentes al tratamiento control, en donde estos obtuvieron valores más altos que el control. Estos resultados no tienen una relación directa con la aplicación del calcio, sino que, está relacionado directamente con la edad de las gallinas, debido a que, el albumen está formado por proteína y agua, entonces, cuando existe una

menor altura del albumen, por consiguiente, tiene un mayor contenido de agua que de proteína. Esto concuerda con el estudio de los investigadores Silversides y Budgell (2004), quienes mencionan que la altura del albumen en el huevo disminuye con la edad de las gallinas, por ende, las unidades Haugh también disminuyen.

Conclusiones

La inclusión de Calfostonic® influyó positivamente en la calidad del huevo en parámetros como altura del albumen, unidades Haugh y grosor de la cáscara.

El nivel de inclusión de 0.10% de Calfostonic® evidenció un aumento en la calidad del huevo en Dekalb® White en la semana 62 del experimento.

La inclusión de 0.15% de Calfostonic® influyó positivamente en el peso de los huevos a lo largo del experimento.

Recomendaciones

Evaluar la calidad del huevo en la incorporación de Calfostonic® en gallinas de líneas genéticas con huevo marrón.

Evaluar dietas con diferente relación de calcio grueso y calcio fino, y el uso de Calfostonic® para medir el efecto que tiene sobre la calidad del huevo.

Realizar un análisis económico de la premezcla Calfostonic® para evaluar la rentabilidad que tiene al implementarse en las dietas.

Referencias

- Baxlo. (2024). *Medidor de espesor para cáscara de huevo*. <https://baxlo.com/es/medidor-de-espesor-para-cascara-de-huevo>
- Carranco, M., Barrita, V., Fuente, B., Ávila, E. y Sanginés, L. (2020). Inclusión de harina de *Tithonia diversifolia* en raciones para gallinas ponedoras de primer ciclo y su efecto sobre la pigmentación de yema de huevo. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 11(2) https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-11242020000200355&script=sci_arttext
- Coluga. (2023). *Calfostonic Pienso Complementario Mineral*. <https://coluga.es/vitaminas-para-animales/calfostonic-pienso-complementario-mineral/>
- Cuca, M. (2005). *Estudios recientes con calcio en gallinas de postura*. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/24-calcio_en_gallinas_de_postura.pdf
- Díez Arias, D. (2024). *Importancia del calcio en ponedoras*. Veterinaria Digital. Artículos Avicultura. <https://www.veterinariadigital.com/articulos/importancia-del-calcio-en-ponedoras/>
- FAOSTAT (2018). FAOSTAT analytical brief 18 - emissions due to agriculture. <https://www.fao.org/faostat/en/#data>
- Fundación Española de la Nutrición. (2018). *Huevo*. <https://www.fen.org.es/MercadoAlimentosFEN/pdfs/huevos.pdf>
- Gao, Z., Zhang, J., Li, F., Zheng, J. y Xu, G. (2021). *Effect of Oils in Feed on the Production Performance and Egg Quality of Laying Hens*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://www.mdpi.com/2076-2615/11/12/3482>
- Gil, J. y Delgado, E. (2020). *Proyecto final gallinas ponedoras en el municipio de San Juan de Rioseco - Cundinamarca* [Tesis]. Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia. <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/fc34f4ec-db6a-4bdf-87bf-a097077bd260/content>
- Hernández, J., Cuca, M. y Pró, A. (2006). Nivel óptimo biológico y económico de calcio en gallinas Leghorn blancas de segundo ciclo de postura. *Agrociencia*, 40(1) https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=s1405-31952006000100049&script=sci_arttext
- Hidalgo, G. A. y Rodríguez, J. H. (2019). Efecto de diferentes niveles de suministro de carbonato de calcio sobre el peso y grosor de la cascara del huevo. *Revista Colombiana De Ciencia Animal - RECIA*, 11(2), 719. <https://doi.org/10.24188/recia.v11.n2.2019.719>
- Hiep, T. D. y Swick, R. (2017). Nutritional factors affecting egg production and eggshell quality in laying hens. *Journal of Animal Husbandry Sciences and Technics*, (233). https://www.researchgate.net/publication/327201974_Nutritional_factors_affecting_egg_production_and_eggshell_quality_in_laying_hens
- Iskender, H. y Kanbay, Y. (2014). Üniversite Öğrencilerinin Yumurta Tüketim Aliskanliklerinin Belirlenmesi. *YYU Veteriner Fakültesi Dergisi* 25(3), 57–62.

- Jones. (2008). *Understanding Haugh Units*. USDA.
<https://www.ars.usda.gov/research/publications/publication/?seqNo115=224856>
- Kocevski, D., Nikolova, N. y Kuzelov, A. (2011). The influence of strain and age on some egg quality parameters of commercial laying hens. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 27(4), 1649–1658.
<https://doi.org/10.2298/BAH1104649K>
- Nascimento, G. d., Murakami, A. E., Guerra, A., Ospinas-Rojas, I. C., Ferreira, M. F. y Fanhani, J. C. (2014). Effect of different vitamin D sources and calcium levels in the diet of layers in the second laying cycle. *Revista Brasileira De Ciência Avícola*, 16(2), 37–42. <https://doi.org/10.1590/1516-635x160237-42>
- Rodrigues, E. A., Oliveira, M. C. de, Cancherini, L. C., Duarte, K. F., Santana, L. F. y Junqueira, O. M. (2013). Calcium in pre-laying and laying rations on the performance and quality of laying hens' eggshell. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 35(2). <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v35i2.16555>
- Safaa et al. (2008). Productive Performance and Egg Quality of Brown Egg-Laying Hens in the Late Phase of Production as Influenced by Level and Source of Calcium in the Diet.
- Sanmiguel, R., Mejía, G., Lozano, L. y Castañeda, R. (2016). Evaluación de diferentes granulometrías de calcio en la alimentación de gallinas ponedoras. *Revista Ciencia Y Agricultura*, 13(2), 67–72.
<https://www.redalyc.org/journal/5600/560062851007/560062851007.pdf>
- Schwägele, F. C. (2011). 5 - Egg quality assurance schemes and egg traceability. En Y. Nys, M. Bain y F. van Immerseel (Eds.), *Woodhead Publishing in food science, technology, and nutrition: no. 213-214. Improving the safety and quality of eggs and egg products* (pp. 62–80). Woodhead Pub.
<https://doi.org/10.1533/9780857093912.1.62>
- Siegel, P. B. (2014). Evolution of the modern broiler and feed efficiency. *Annu. Rev. Anim. Biosci*(2), 375–385.
- Silversides y Budgett (2004). The Relationships Among Measures of Egg Albumen Height, pH, and Whipping Volume. *Poultry Science*. <https://doi.org/10.1093/ps/83.10.1619>
- Silversides y Scott (2001). Effect of Storage and Layer Age on Quality of Eggs From Two Lines of Hens1. *Poultry Science*.
- United States Department of Agriculture. (2015). *Egg Grading Manual*. USDA. Agricultural Handbook.
<https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/EggGradingManual.pdf>