

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano

Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

Ingeniería Agronómica



Proyecto Especial de Graduación

**Efecto de dietas nutracéuticas en la productividad y calidad del huevo
de gallinas ponedoras Isa Brown**

Estudiante

Ramon Alejandro Brito Sánchez

César Eduardo Solis Mora

Asesores

Patricio E. Paz, Ph.D.

John Jairo Hincapie, D.Sc.

Honduras, agosto 2023

Autoridades

SERGIO ANDRÉS RODRIGUEZ ROYO

Rector

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

CELIA O. TREJO

Directora Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Contenido

Índice de Anexos.....	5
Resumen	6
Abstract.....	7
Introducción.....	8
Materiales y Métodos.....	10
Ubicación Experimental.....	10
Animales y Tratamientos.....	10
Condiciones Experimentales.....	10
Desempeño Productivo.....	10
Calidad del Huevo.....	11
Resultados y Discusión.....	13
Productividad de las Gallinas.....	13
Conclusión.....	17
Recomendaciones.....	18
Referencias.....	19
Anexos.....	22

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Dietas experimentales para gallinas ponedoras Isa Brown (20-30 semanas).....	11
Cuadro 2 Efecto de dietas nutracéuticas en la productividad de gallinas ponedoras Isa Brown (19-28 semanas)	13
Cuadro 3 Efecto de dietas nutracéuticas en la productividad de gallinas ponedoras Isa Brown (19-28 semanas)	15

Índice de Anexos

Anexo A Toma de datos sobre huevos limpios y sucios en el galpón.....	22
Anexo B Pesado de los huevos en una balanza digital.	23
Anexo C Prueba de resistencia a la ruptura de la cáscara del huevo.	24
Anexo D Prueba de altura de albumen y color de yema.	25
Anexo E Medición de la cáscara de huevo con micrómetro digital.	26
Anexo F Toma de datos de la calidad del huevo.....	27

Resumen

Dietas nutraceúticas han surgido como alternativas para mejorar el rendimiento productivo y salud de las aves. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de dietas nutraceúticas en la dieta de gallinas ponedoras sobre la productividad y calidad del huevo. Se evaluó el desempeño productivo a través de la intensidad de postura (IP), peso de huevo (PH), huevos sucios (HS), consumo de alimento (CA) y conversión masal (CM); la calidad del huevo se determinó según la altura de albumen (AA), unidades Haugh (UA), resistencia a la ruptura de la cáscara (RR), grosor de la cáscara (GC) y color de la yema (CY). Se utilizaron 150 gallinas ponedoras de la línea Isa Brown de 49 semanas de edad, distribuidas de forma aleatoria en cinco tratamientos con 10 repeticiones, T1: control, T2: 0.02% de antibiótico, T3: 0.2% de *Ganoderma lucidum*, T4: 0.02% de ácido propiónico y T5: 0.01% de eMax. Los datos se procesaron mediante un análisis de varianza según un diseño totalmente al azar en el software estadístico SPSS versión 23.1. En los casos necesarios se empleó la dócima de rangos múltiples de medias de Duncan. Hubo mayor influencia de las dietas en el desempeño productivo, superando favorablemente los resultados del T1; el T2 favoreció en IP, PH, HS y CM, el T3 en PH, HS y CM, el T4 en IP, PH y CM, y el T5 en PH y HS. En la calidad del huevo, el T1 mantuvo los mejores resultados para RR y GC, el T2 favoreció en AA y UH, el T3 en GC, el T4 y el T5 en RR, el CY se mantuvo entre 3 y 4 en la escala DSM. Estos datos brindan información y reafirman el potencial de las dietas nutraceúticas para aumentar la productividad en gallinas ponedoras.

Palabras clave: Calidad, color de yema, desempeño productivo, nutraceútica, peso de huevo.

Abstract

Nutraceutical diets have emerged as an alternative to improve the productive performance and health of poultry. The objective of this study was to evaluate the effect of nutraceutical diets in the diet of laying hens on productivity and egg quality. Productive performance was evaluated through laying intensity (LI), egg weight (EW), dirty eggs (DE), feed intake (FI) and mass conversion (MC); egg quality was determined according to albumen height (AH), Haugh units (HU), resistance to shell rupture (SR), shell thickness (ST) and yolk color (YC). For this research, 150 49-week-old Isa Brown laying hens were used, randomly distributed in five treatments with 10 replicates, T1: control, T2: 0.02% antibiotic, T3: 0.2% *Ganoderma lucidum*, T4: 0.02% propionic acid and T5: 0.01% eMax. Data were processed by simple rank analysis of variance (ANOVA) according to a completely randomized design in SPSS statistical software version 23.1. Where necessary, Duncan's multiple range of means was used. There was a greater influence of diets on productive performance, favorably surpassing the results of T1; T2 favored IP, PH, HS and CM, T3 in PH, HS and CM, T4 in IP, PH and CM, and T5 in PH and HS. In egg quality, T1 maintained the best results for RR and GC, T2 favored in AA and UH, T3 in GC, T4 and T5 in RR, CY remained between 3 and 4 on the DSM scale. These data provide information and reaffirm the potential of nutraceutical diets to increase productivity in laying hens.

Keywords: Quality, yolk color, productive performance, nutraceuticals, egg weight.

Introducción

Las aves de corral son especies que se crían con fines diversos, ya sea para obtener huevos, carne o plumas. Existen numerosas razas de aves de corral en todo el mundo, entre las que se incluyen las gallinas ponedoras (FAO 2020). Los huevos de gallina tienen un alto valor nutricional, siendo de las mejores fuentes de proteína e incluso de las más asequibles para el ser humano, tanto así que el mayor consumidor per cápita de huevo en la región de Centro América es México, con un consumo de 28 kg por persona en el año 2018 (CEDRSSA 2019).

La industria avícola ha ido cambiando drásticamente, empezando como negocios familiares y que ahora son un elemento importante en el mundo del agronegocio, sin duda alguna su crecimiento ha impulsado el sector agrícola de varios países (Winder 2004). El aumento de la producción animal mundial en las áreas tropicales y subtropicales enfoca la importancia de ajustar las dietas de las aves a las condiciones climáticas y económicas locales (Kpomasse et al. 2021).

La nutrición juega un papel muy importante en la industria avícola ya que de esta manera se obtiene grandes resultados, tanto en la calidad de los huevos y en la salud de las gallinas. Claramente el avicultor debe tener el conocimiento adecuado de las necesidades nutritivas de las aves (Cuca 1963). Estas dietas nutraceuticas se basan en la incorporación de ingredientes funcionales y aditivos específicos que llegan a proporcionar algún beneficio adicional más allá de los nutrientes básicos (Pérez 2006).

En el huevo, los aspectos específicos a destacar son el color de la yema, densidad de albumen, cáscara, peso y sus condiciones de producción. Debido a la influencia de la alimentación en la salud, ha incitado al descenso de consumo de huevos ya que autoridades sanitarias han recomendado reducir el consumo de grasas de origen animal y el colesterol debido a las enfermedades cardiovasculares que son causantes de mortalidad en países desarrollados y subdesarrollados. Por lo tanto, el sector avícola para mantener su producción y consumo en buen nivel han modificado las composiciones nutritivas de sus productos y de esta manera satisfacer la demanda del consumidor.

Por lo tanto, el sector avícola se ha enfocado en reducir el nivel de colesterol y grasa saturada mediante las dietas que son suministradas a las aves. Incluso llegando a enriquecer el contenido del huevo con vitaminas, ácidos grasos insaturados y minerales beneficiosos para la salud (Grobas y Mateos 1996).

La calidad interna del huevo es de gran importancia debido a sus diversas propiedades funcionales y estéticas. Por ejemplo, los huevos desempeñan un papel crucial en diferentes platos gastronómicos a nivel mundial. Las claras de huevo se utilizan para suavizar helados y lograr una textura deseable, mientras que las yemas se emplean para añadir color y sabor a los alimentos como una variedad de consumo masivo de huevo (Corona Kisboa 2013)

Para obtención de mejores resultados existe la necesidad de encontrar alternativas naturales e investigar alimentos funcionales o nutraceuticos, como prebióticos y probióticos, para mejorar la salud de las aves y fortalecer su respuesta inmunitaria (Martinez 2017).

En vista de esta problemática presente en el mercado y a su vez logrando conseguir una mejoría en el rendimiento de las aves, el objetivo de este estudio fue la evaluación del efecto de dietas nutraceuticas en la productividad y calidad del huevo de gallinas ponedoras de la línea Isa Brown.

Materiales y Métodos

Ubicación Experimental

Este 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

Para esta investigación, 250 gallinas ponedoras Isa Brown de 19 semanas de edad se distribuyeron según un diseño totalmente aleatorizado durante 10 semanas, con cinco tratamientos, 10 repeticiones por tratamiento y cinco aves por jaula. Las dietas experimentales se muestran a continuación:

T1: Dieta control

T2: inclusión de 0.02% de antibiótico

T3: inclusión de 0.20% de *Ganoderma lucidum*

T4: inclusión de 0.02% de ácido propiónico

T5: inclusión de 0.01% de eMax

Condiciones Experimentales

Las gallinas ponedoras se alojaron en un galpón comercial de 400 m² y en Jaulas en un sistema de iluminación artificial. El alimento y el agua se ofreció *ad libitum* en dos bebederos de niple por jaula. Se suministró 16 horas de luz cada día y no se empleó atención veterinaria terapéutica durante la etapa experimental. Se utilizó siete días preexperimentales para acondicionar las gallinas.

Desempeño Productivo

El peso del huevo se determinó en todas las semanas experimentales. Se recolectaron 30 huevos de cada tratamiento entre las 08:30 a 9:30 am y se pasaron en una balanza técnica digital SARTORIUS modelo BL 1500 con precisión ± 0.1 g y se calculó el peso promedio. El consumo de alimentos se midió tres veces por semana por el método de oferta y rechazo. Para determinar la intensidad de puesta se consideró la producción total de huevos/semana/tratamiento y se asumió como 100%, un

huevo/día/ave alojada. La conversión masal se calculó teniendo en cuenta el alimento consumido, peso del huevo por repetición y el número de huevos puestos. El porcentaje de los huevos no aptos (cascados, fáfara y roto) se calculó utilizando la fórmula 1:

$$\% \text{ Huevos no aptos (HNA)} = \text{N}^\circ \text{ HNA} \times 100 / \text{huevos aptos} \quad [1]$$

Calidad del Huevo

En las semanas 5 y 10, se recolectaron 40 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 un equipo automático para determinar el peso del huevo, resistencia a la ruptura, altura de la clara densa, unidad Haugh, color de la yema y grosor de la cáscara en el polo medio.

Diseño Experimental y Análisis Estadístico

Los datos se procesaron mediante un análisis de varianza (ANDEVA) de clasificación simple según un diseño totalmente al azar en el software estadístico SPSS versión 23.1. En los casos necesarios se empleó la dócima de rangos múltiples de medias de Duncan. La viabilidad se determinó por comparación de proporciones.

Cuadro 1

Dietas experimentales para gallinas ponedoras Isa Brown (20-30 semanas)

Ingredientes	Control	Antibiótico	<i>Ganoderma lucidum</i>	Ácido propiónico	eMax
Harina de maíz	50.234	50.187	50.234	50.167	52.397
Harina de soya	31.136	31.151	31.136	31.153	30.868
Aceite de palma africana	5.409	5.426	5.409	5.434	3.582
Premezcla	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Complex enzimas	0.05	0.05	0.05	0.05	0.00
Colina	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Secuestrante de micotoxinas	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Carbonato de calcio grueso	6.215	6.215	6.215	6.215	6.213
Carbonato de calcio fino	4.144	4.144	4.144	4.144	4.142
Biosfos	1.547	1.547	1.547	1.547	1.536
Bicarbonato	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
Sal común	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
L-lisina	0.05	0.05	0.05	0.05	0.041

Ingredientes	Control	Antibiótico	<i>Ganoderma lucidum</i>	Ácido propiónico	eMax
DL-metionina	0.295	0.295	0.295	0.295	0.29
L-treonina	0.04	0.035	0.04	0.035	0.031
Antibiótico	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
Ganoderma	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00
Ácido propiónico	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00
Fitasas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
eMax	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Aportes nutricionales					
EM (kcal/kg)	2800	2800	2800	2800	2716.07
PC	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00
Ca	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11
P disponible	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47
Lisina	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89
Metionina+cistina	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78
Treonina	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63

Resultados y Discusión

Productividad de las Gallinas

En el Cuadro 2 se observa el efecto de dietas nutracéuticas en la productividad de gallinas ponedoras. No se presentaron diferencias ($P > 0.05$) para el consumo de alimento. Por otro lado, se observaron diferencias ($P \leq 0.05$) para las variables de intensidad de postura, peso de huevo, huevo sucio y conversión masal.

Cuadro 2

Efecto de dietas nutracéuticas en la productividad de gallinas ponedoras Isa Brown (19-28 semanas)

Items	Tratamientos experimentales					EE±	Valor de P
	Control	Antibiótico	<i>Ganoderma lucidum</i>	Ácido propiónico	eMAX		
IP (%)	80.84 ^b	87.40 ^a	81.73 ^b	85.49 ^{ab}	77.45 ^c	4.463	0.050
PH (g)	59.99 ^b	60.45 ^{ab}	61.18 ^a	60.83 ^{ab}	60.88 ^{ab}	0.391	0.024
HS (%)	4.21 ^b	4.43 ^b	4.82 ^b	6.35 ^a	4.42 ^b	0.781	0.030
CA (g/ave/día)	109.99	109.95	109.96	109.99	109.97	0.002	0.239
CM	2.28 ^a	2.08 ^b	2.20 ^{ab}	2.11 ^b	2.33 ^a	0.0633	0.048

Nota. ^{a,b,c}Medias con letras diferentes difieren a $P \leq 0.05$. IP: intensidad de postura; PH: peso del huevo; HS: huevos sucios; CA: consumo de alimento; CM: conversión masal

Según el Cuadro 2, la mayor intensidad de postura se presentó en los tratamientos con antibiótico de 87.40% y ácido propiónico de 85.49%, superando a lo mencionado en la guía de manejo de Isa Brown de Hendrix (2009), en donde el porcentaje de postura de la línea Isa Brown tiene un promedio de 76.9% entre las semanas 19-28.

En el estudio comparativo de tratamientos experimentales en aves de corral, se observó que el uso de antibióticos y ácido propiónico resultó en una mayor intensidad de postura en comparación con otros tratamientos evaluados. El mecanismo por el cual los antibióticos favorecen el crecimiento y desarrollo básicamente actúan modificando cuantitativa y cualitativamente la flora microbiana intestinal provocando una disminución de los microorganismos causantes de las enfermedades, también reducen la flora normal que compete con el huésped por los nutrientes (Torres y Zarazaga 2002). Entre los usos de los antibióticos promotores de crecimiento, tiene como objetivo prevenir

enfermedades intestinales específicas, el crecimiento de bacterias no específicas y una mejor absorción de nutrientes (Caycedo Lozano et al. 2021)

Los promotores de crecimiento antimicrobianos se han utilizado para mejorar la productividad y reducir la incidencia de enfermedades veterinarias, sin embargo, han sido motivo de polémica internacional, ya que pueden desarrollar resistencia microbiana, que a su vez se transfiere a los humanos y eventualmente lo consumen, por tal razón su uso como mejorador de la eficiencia ha sido prohibido en ciertos países (González et al. 2013).

En cuanto la variable de peso del huevo se puede observar que hay una diferencia significativa principalmente entre el tratamiento control y el tratamiento con *Ganoderma lucidum*. En el caso del tratamiento con *Ganoderma lucidum*, esto se pudo haber dado debido a que dicho hongo es una fuente rica de antioxidante natural como lo mencionó Zavaleta (2017). Las gallinas ponedoras de la línea Isa Brown tienen un peso promedio que oscila entre 60 y 63 g. Sin embargo, es importante tener en cuenta que el peso puede variar ligeramente según la genética individual, la alimentación, el cuidado, la edad de las aves y otros factores como mencionó Kocevski et al. (2011). En todos los tratamientos con dietas nutraceuticas se obtuvieron huevos con peso mayor a 60 g. En el estudio de Zacarias et al. (2012) donde se utilizó harina de yuca reemplazando la harina de maíz, se observó que, aplicando diferentes niveles de harina en las composiciones de sus dietas, de igual manera se obtuvo un peso similar.

Hay una mayor presencia de huevos sucios con el tratamiento de ácido propiónico mientras que los demás tratamientos muestran un resultado aproximado de 4%, al igual que en el estudio de Guerra y Zometa (2021) donde presentaron mayores cantidades de huevos sucios con los tratamientos que incluían ácido propiónico. El uso de este ácido orgánico según Park et al. (2009) puede llegar a mejorar la productividad de las gallinas y la calidad del huevo ya que ayuda a disminuir el pH intracelular, por ende, elimina las bacterias a través de un desorden metabólico, disminuye el metabolismo de la membrana celular y la salida de fluidos, esto es lo que puede influir en un mayor

número de huevos sucios, sin embargo, para corroborar esta hipótesis es necesario otros estudios. En cuanto a consumo de alimento, no se observaron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos.

Los grupos con antibiótico y ácido propiónico mostraron un mejor valor de conversión masal, lo que indica una mayor eficiencia en la conversión de alimento en masa corporal de las aves. En los últimos años a nivel global se evidencia una pronunciada tendencia a reemplazar los antibióticos promotores de crecimiento (APC) por alternativas naturales o nutracéuticos (Rojas Jiménez 2015)

Calidad del huevo

En el Cuadro 3 se observa el efecto de dietas nutracéuticas en la productividad de gallinas ponedoras para las semanas entre 19-28. Se observó diferencias ($P \leq 0.05$) en cada tratamiento con relación a la variable de altura del albumen, unidad Haugh, resistencia a la ruptura de la cascara, grosor de la cascara y color de la yema.

Cuadro 3

Efecto de dietas nutracéuticas en la productividad de gallinas ponedoras Isa Brown (19-28 semanas)

Items	Tratamientos experimentales					EE±	Valor de P
	Control	Antibiótico	<i>Ganoderma lucidum</i>	Ácido propiónico	eMAX		
AA	8.60 ^b	9.93 ^a	8.41 ^b	8.86 ^b	8.86 ^b	0.173	0.001
UH	92.37 ^b	97.10 ^a	89.52 ^c	93.50 ^b	93.54 ^b	0.425	0.039
RR	5713.4 ^a	5117.2 ^b	5137.9 ^b	5533.14 ^{ab}	5490.5 ^{ab}	35.173	0.021
GC	0.44 ^a	0.39 ^b	0.43 ^a	0.40 ^b	0.40 ^b	0.09	0.001
CY	3 ^b	3 ^b	3 ^b	4 ^a	4 ^a	0.014	0.001

Nota. ^{a,b,c}Medias con letras diferentes difieren a $P \leq 0.05$. AA: altura del albumen; UH: unidad Haugh; RR: resistencia a la ruptura de la cáscara; GC: grosor de la cáscara; CY: color de la yema

Según Williams (1992), existen diversos factores que afectan a la calidad del huevo, desde efectos del clima, humedad relativa, nutrición, edad del ave hasta el genotipo. Con el tratamiento de antibiótico se puede observar que la altura del albumen (AA) es mayor a los demás tratamientos, similar al estudio de Ramírez (2020) donde utilizan 50 mg/L de bacitracina de zinc como antibiótico y de igual manera la AA fue mayor a comparación del tratamiento control.

Con respecto a la unidad Haugh (UH), el tratamiento de *Ganoderma lucidum* da un resultado de 89%, el cual difiere de los demás tratamientos, que se mantienen en un rango de 92 a 97%. Por otro lado, la resistencia a la ruptura (RR) en el tratamiento de *Ganoderma lucidum* y antibiótico difiere del control. Al igual que el estudio de Torres et al. (2022), donde se observó que la variable RR no presentó diferencias significativas entre tratamientos de minerales orgánicos e inorgánicos; únicamente el tratamiento control es el que difiere en cierto porcentaje con los demás.

El resultado del grosor de la cascara (GC) no presenta diferencias significativas en los tratamientos de antibiótico, ácido propiónico y eMax. Manteniéndose por arriba de la media del GC de huevo la cual es 0.35 mm y huevos menores a 0.30 mm se consideran no apropiados para su comercialización (Saer et al. 2017). Mientras que en el tratamiento control y el de *Ganoderma lucidum* muestra diferencia ($P \leq 0.05$), superando la media. Este aumento del GC se puede dar debido al contenido de vitamina D que contiene el hongo *Ganoderma lucidum* como lo establece Chacon (2021), quien afirmó que el hongo *Ganoderma lucidum* posee vitaminas las cuales promueven la absorción del calcio.

El color de la yema (CY) en los tres primeros tratamientos realizados presentaron similitudes en sus resultados, mientras que en el tratamiento de ácido propiónico y eMax presentaron diferencia a comparación de los otros tratamientos mencionados. Según Mateos y Blas (1991), es de suma importancia el contenido de la ración ya que este influye directamente en la composición de la yema, es decir que, manipulando su nutrición, se tiene la posibilidad de modificar la estructura y color de la yema. El color de la yema es influenciado por las dietas que se les provee a las aves como lo mencionó Santana (2008) y esta coloración tiene cierta importancia en el mercado, así como menciona Souza (2008) que los consumidores preferían yemas de un color más intenso u oscuro.

Conclusión

La inclusión de ingredientes nutracéuticos en la dieta de gallinas ponedoras de la línea Isa Brown, afectó positivamente las variables de desempeño productivo y calidad de huevo, excepto en el consumo de alimento; estas medidas están dentro de los rangos óptimos según la literatura.

Recomendaciones

Emplear el tratamiento de ácido propiónico si el objetivo es tener una buena intensidad de postura, conversión masal y huevos con un peso adecuado.

Evaluar la influencia del ácido propiónico en la incidencia de huevos sucios en gallinas ponedoras.

Evaluar más a detalle la influencia de los tratamientos de ácido propiónico y eMax sobre el color de la yema.

Referencias

- Caycedo Lozano L, Corrales Ramírez LC, Trujillo Suárez DM. 2021. Las bacterias, su nutrición y crecimiento: una mirada desde la química. *nova*. 19(36):49–94. doi:10.22490/24629448.5293.
- [CEDRSSA] Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. 2019. La importancia de la industria avícola en México. [sin lugar]. 14 p; [consultado el 8 de ago. de 2023]. http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/47Industria_Avicola_M%C3%A9xico.pdf.
- Chacon D. 2021. Los beneficios y propiedades que presentan tres especies de hongos medicinales y su efecto en la salud. *CITED*; [consultado el 11 de ago. de 2023]. 2(2). https://www.researchgate.net/publication/350709475_Los_beneficios_y_propiedades_que_presentan_tres_especies_de_hongos_medicinales_y_su_efecto_en_la_salud.
- Corona Kisboa JL. 2013. Efecto del estrés calórico sobre la fisiología y calidad del huevo en gallinas ponedoras. *Revista Electrónica de Veterinaria*; [consultado el 13 de ago. de 2023]. 14(7):1–15. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63628041009.pdf>.
- Cuca M. 1963. La alimentación de aves de corral. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*; [consultado el 8 de ago. de 2023]. <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/2049>.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2020. Producción y productos avícolas: Especies de aves de corral; [consultado el 11 de ago. de 2023]. <https://www.fao.org/poultry-production-products/production/poultry-species/es/>.
- González A, Icochea E, Carcelén C, Cazorla F. 2013. Efecto de la suplementación de ácidos orgánicos sobre los parámetros productivos en pollos de engorde. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*; [consultado el 13 de ago. de 2023]. 24(1). http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172013000100004.
- Grobas S, Mateos G. 1996. Influencia de la nutrición sobre la composición nutricional del huevo; [consultado el 8 de ago. de 2023]. https://www.researchgate.net/profile/Gonzalo-Mateos/publication/28180440_Influencia_de_la_nutricion_sobre_la_composicion_nutricional_del_huevo/links/02bfe51119a187a4c7000000/Influencia-de-la-nutricion-sobre-la-composicion-nutricional-del-huevo.pdf.
- Guerra CB, Zometa RA. 2021. Efecto de la interacción de la granulometría del calcio y ácido propiónico en la productividad y calidad del huevo de gallinas ponedoras Hy-Line Brown® [Proyecto Especial de Graduación]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. spa; [consultado el 11 de ago. de 2023]. <https://bdigital.zamorano.edu/items/4b5f12ac-09dd-4c75-bc4d-1c3145a9cff4>.
- Hendrix. 2009. Guía de manejo general de ponedoras comerciales Isa Brown. The Netherlands; [consultado el 11 de ago. de 2023]. <https://www.avicolatoscana.com/wp-content/uploads/2020/02/Guia-de-Manejo-General-de-ponedoras-comerciales-ISA-Brown.pdf>.
- Kocevski D, Nikolova N, Kuzelov A. 2011. The influence of strain and age on some egg quality parameters of commercial laying hens. *Bio Anim Husb*. 27(4):1649–1658. doi:10.2298/BAH1104649K.

- Kpomasse CC, Oke OE, Houndonoubo FM, Tona K. 2021. Broiler production challenges in the tropics: A review. *Vet Med Sci.* 7(3):831–842. eng. doi:10.1002/vms3.435.
- Martinez Y. 2017. Efecto de la suplementación dietética del polvo de hojas de *Anacardium occidentale* L. (marañón) en la producción y calidad del huevo de gallinas ponedoras. *Revista Cubana de plantas medicinales.* http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1028-47962017000100006&script=sci_arttext&tIng=pt.
- Mateos G, Blas C de. 1991. *Nutrición y alimentación de gallinas ponedoras.* Madrid, Barcelona, Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación; Aedos Editorial; Mundi-Prensa. 263 p. ISBN: 84-7479-834-5; [consultado el 12 de ago. de 2023].
- Park KW, Rhee AR, Um JS, Paik IK. 2009. Effect of dietary available phosphorus and organic acids on the performance and egg quality of laying hens. *Journal of Applied Poultry Research;* [consultado el 11 de ago. de 2023]. 18(3):598–604. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1056617119305793>. doi:10.3382/japr.2009-00043.
- Pérez H. 2006. *Nutracéuticos: componente emergente para el beneficio de la salud.* Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar; [consultado el 11 de ago. de 2023]. XL(3):20–28.
- Ramírez S. 2020. Evaluación del aceite esencial de orégano (*Lippia origanoides*) como alternativa al uso de antibióticos promotores de crecimiento en ponedoras ISA Brown. Lima, Perú: Universidad del Tolima. spa; [consultado el 12 de ago. de 2023]. <https://repository.ut.edu.co/entities/publication/33ce3cd3-4ac9-4ec1-b1c2-15144b68ad43>.
- Rojas Jiménez S. 2015. Consumo de nutraceuticos, una alternativa en la prevención de las enfermedades crónicas no transmisibles. *biosa.* 14(2):91–103. doi:10.17151/biosa.2015.14.2.9.
- Saer A, Causillas A, Blanco N. 2017. ¿Por qué es importante valorar la calidad del huevo? *Actualidad Avípecuaria.* 2017. MONTANA; [consultado el 11 de ago. de 2023]. 61(20). <http://bibliotecavirtual.corpmontana.com//handle/123456789/4822>.
- Santana P. 2008. El huevo como aliado de la nutrición y la salud. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición;* [consultado el 10 de ago. de 2023]. 18(Supl):1–15. <https://revalnutricion.sld.cu/index.php/rcan/article/view/919/1256>.
- Souza R. 2008. La comercialización del huevo. *DSM;* [consultado el 11 de ago. de 2023]. 35–39. <https://seleccionesavicolas.com/pdf-files/2008/11/4447-la-comercializacion-de-los-huevos.pdf>.
- Torres C, Zarazaga M. 2002. Antibióticos como promotores del crecimiento en animales. ¿Vamos por el buen camino? *Gaceta Sanitaria;* [consultado el 11 de ago. de 2023]. 16(2). https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0213-91112002000200002&script=sci_arttext&tIng=pt.
- Torres D, Cortés R, Ortiz M. 2022. Efecto de diferentes niveles de B-TRAXIM2C en gallinas ponedoras sobre desempeño y calidad de huevo. *revistaalfa.* 6(16):89–106. doi:10.33996/revistaalfa.v6i16.152.
- Williams KC. 1992. Factores que afectan a la calidad del huevo. *World's Poultry;* [consultado el 11 de ago. de 2023]. 48. <https://core.ac.uk/download/pdf/33161016.pdf>.

- Winder G. 2004. Factores que afectan la competitividad del Sector Avícola Latinoamericano. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura; [consultado el 8 de ago. de 2023]. 4. <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/7711/BVE19040019e.pdf?sequence=1>.
- Zacarias JB, Valdivié M, Bicudo SJ. 2012. Sustitución de maíz y aceite de soya por harina de yuca y aceite de palma africana en dietas para gallinas ponedoras. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 46(2):175–180. <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193024447010.pdf>.
- Zavaleta SY. 2017. Propiedades nutracéuticas y farmacológicas de *Ganoderma lucidum* (Hongo Reishi) [Tesis de pregrado]. Perú: Universidad Nacional de Trujillo. spa. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/10081>.

Anexo B

Pesado de los huevos en una balanza digital.



Anexo C

Prueba de resistencia a la ruptura de la cáscara del huevo.



Anexo D

Prueba de altura de albumen y color de yema.



Anexo E

Medición de la cáscara de huevo con micrómetro digital.



Anexo F

Toma de datos de la calidad del huevo.

