

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



Proyecto Especial de Graduación
Evaluación de parámetros productivos mediante la inclusión de grasa
en polvo y un gluconeogénico en la dieta de aves de postura

Estudiante

Gustavo José Aguilera Alvarez

Asesores

Patricio E. Paz, Ph.D.

John Jairo Hincapié, D.Sc.

Honduras, noviembre 2024

Autoridades

SERGIO ANDRÉS RODRÍGUEZ ROYO

Rector

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

CELIA O. TREJO RAMOS

Directora del Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

JULIO NAVARRO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros	4
Resumen	5
Abstract.....	6
Introducción.....	7
Materiales y Métodos.....	10
Ubicación del Estudio.....	10
Animales Utilizados.....	10
Alimentación	10
Tratamientos.....	10
Variables Evaluadas	11
Consumo de Alimento	11
Peso de las Aves.....	11
Calidad del Huevo	12
Diseño Experimental y Análisis Estadístico	12
Resultados y Discusión.....	13
Consumo de Alimento	13
Peso de las Aves.....	15
Calidad del Huevo	16
Conclusión.....	18
Recomendaciones.....	19
Referencias.....	20

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Dietas usadas en la evaluación de parámetros productivos con la inclusión de grasa en polvo y un gluconeogénico en la dieta de aves de postura	11
Cuadro 2 Consumo diario de alimento (g/ave/día) para cada tratamiento evaluado a lo largo de cinco semanas	15
Cuadro 3 Ganancia de peso semanal (kg) para cada tratamiento evaluado a lo largo de cinco semanas	15
Cuadro 4 Peso del huevo, grosor y fuerza de la cascara para cada tratamiento.....	16

Resumen

La industria avícola, es uno de los sectores más importantes en la alimentación a nivel mundial, existe un alto consumo de carne de pollo y huevo. Con el aumento de la población, los productores buscan actualmente alternativas innovadoras en los ingredientes para formular dietas que satisfagan las necesidades nutricionales de sus animales, particularmente aquellos como la energía, que se requieren en grandes cantidades para mejorar el desempeño productivo. Así mismo, el objetivo de este estudio fue evaluar dos ingredientes alternos en la dieta de aves de postura de la línea genética Dekalb White® como sustituto del aceite de palma en la dieta tradicional utilizada en la unidad de aves de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Se utilizaron tres dietas, la dieta control y dos dietas alternas, el T1 - aceite de palma, T2 - Enegan y T3 - gluconeogénico. Se trabajó con un Diseño Completamente al Azar, utilizando la separación de medias de Duncan. El análisis se ejecutó utilizando el programa estadístico SAS® versión 9.4. Se evaluó el consumo de alimento peso de las aves y la calidad del huevo. Los resultados no mostraron diferencias ($P > 0.05$) para el consumo de alimento (T1: 124.50, T2: 125.40, T3: 123.50 g/ave/d), ganancia de peso (T1: 1.35, T2: 1.34, T3: 1.34 kg/ave), y la calidad del huevo con el peso del huevo (T1: 61.00, T2: 60.25, T3: 59.80 g), grosor (T1: 0.32, T2: 0.32, T3: 0.32 mm) y fuerza de la cascara (T1: 4.29, T2: 4.33, T3: 4.28 kg). Por lo tanto, no se encontraron efectos sustanciales en la productividad ni en la calidad del huevo.

Palabras clave: Energía, gluconeogénesis, grasa saponificada

Abstract

The poultry industry is one of the fundamental sectors for the global food supply, providing both meat and eggs. Faced with population growth, producers today are looking for new alternative ingredients for the preparation of diets that meet the nutritional needs of their animals, especially those that are needed in large volumes, such as energy. Thus, the objective of this study was to evaluate two alternative ingredients in the diet of laying hens of the Dekalb White® genetic line as a substitute for palm oil in the traditional diet used in the poultry unit of the Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Three diets were used, the control diet and two alternate diets, T1 - palm oil, T2 - Enegan and T3 - gluconeogenic. The experiment was conducted with a completely randomized design, using Duncan's separation of means. The analysis was performed using the statistical program SAS® version 9.4. Feed consumption, bird weight and egg quality were evaluated. The results showed no differences ($P > 0.05$) for feed consumption (T1: 124.50, T2: 125.40, T3: 123.50 g/bird/d), weight gain (T1: 1.35, T2: 1.34, T3: 1.34 kg/bird), and egg quality with egg weight (T1: 61.00, T2: 60.25, T3: 59.80 g), egg thickness (T1: 0.32, T2: 0.32, T3: 0.32 mm) and eggshell strength (T1: 4.29, T2: 4.33, T3: 4.28 kg). Therefore, no substantial effects on productivity or egg quality were found.

Keywords: Energy sources, gluconeogenic, saponified fat

Introducción

El sector avícola juega un papel fundamental en la alimentación mundial y es uno de los principales contribuyentes a la producción animal. El huevo, que se consume ampliamente en diversas culturas y regiones, es un componente esencial de la dieta de todas las clases sociales debido a su sabor agradable, fácil de masticar. Además, cumple con las tres funciones fundamentales de los alimentos: la estimulación sensorial, el aporte nutricional y la mejora de la salud (Torre, 2012).

Además, el rápido aumento de la población está impulsando la búsqueda de soluciones eficaces para garantizar una alimentación adecuada. Para satisfacer esta creciente demanda, es crucial que la dieta de las gallinas ponedoras sea lo más adecuada y precisa posible, con el objetivo de obtener rendimientos y resultados óptimos. Las grasas son un componente importante de esta dieta, ya que proporcionan los nutrientes necesarios para cubrir los requerimientos energéticos de las aves.

La incorporación de grasas en la dieta de las aves de corral es una práctica frecuente, cuyo objetivo principal es aumentar la energía de los alimentos, mejorando así la productividad y la eficiencia en su utilización (Nutri News, 2021). En los últimos años, diversas investigaciones de universidades y empresas han analizado esta práctica. Las grasas tienen un impacto positivo en los parámetros nutricionales y ayudan a reducir los costos de la dieta, lo que ha generado un creciente interés en su aplicación. Los ingredientes lipídicos se utilizan frecuentemente en la elaboración de dietas para aves debido a su alto contenido calórico. Según Ravindran et al. (2016), los lípidos ayudan a disminuir la cantidad de carbohidratos y otros ingredientes energéticos requeridos en la dieta. Además, se ha demostrado que tienen un efecto positivo en la eficiencia de las aves, lo que mejora los resultados de producción en las granjas. Es fundamental recordar que, las gallinas ponedoras son monogástricas, debido a esto necesitan dietas balanceadas que puedan suplir sus necesidades nutricionales de acuerdo a la fase de producción en que se encuentren (Torres M., 2021).

El costo de la producción avícola, al igual que en toda explotación relacionada a la producción animal, está fuertemente ligada al costo de los alimentos. Es por esto, que es de suma importancia optimizar el uso de los nutrientes para mejorar la eficiencia y los rendimientos (ORFFA, 2021). En

gallinas ponedoras el objetivo es alcanzar una alta producción de huevos, en ocasiones no se logra este resultado debido a un bajo aprovechamiento alimenticio precedido de un manejo irregular en la granja. El alimento juega un papel clave en el logro de los niveles de producción deseados, ya que los nutrientes y la energía que proporciona son esenciales para que las aves conviertan estos elementos en una conversión productiva eficiente.

La acumulación de grasa está directamente relacionada con la eficiencia de la producción, ya que afecta negativamente el índice de producción de huevos. Si las aves no consumen suficiente energía, su producción de huevos puede disminuir, lo que afecta la conversión de alimento en producción. Esto no solo lleva a una menor cantidad de huevos y a ingresos más bajos, sino que también genera insatisfacción en el mercado, que espera una oferta constante y con características físicas específicas. Por eso, en la industria se buscan formas de mejorar la alimentación para lograr una producción eficiente, rápida y uniforme.

La fase de crianza es de vital importancia ya que una mala nutrición afecta directamente la producción de las gallinas, si no alcanzan el peso corporal adecuado, no podrán alcanzar su máximo potencial productivo (Leentfaar, 2024). El consumo de alimento en las aves de postura está determinado por su estado nutricional, fisiológico y las condiciones de manejo. La facilidad con la que el alimento es digerido, ofrecer los nutrientes necesarios de manera equilibrada, lo eficiente que sea el aprovechamiento de ese alimento y las condiciones ambientales como la temperatura y la humedad, tienen un impacto directo para suplir los requerimientos del ave (Quishpe, 2006).

Incorporar aceites o grasas en la dieta de las aves mejora el consumo del alimento, facilita su tránsito por el esófago y favorece la asimilación de las vitaminas solubles en grasa presentes en la dieta. (Torres Menendez, 2021). Además de aumentar la aceptación de los alimentos por parte de las aves, también mejora la absorción de nutrientes esenciales. Debido a esto, se analizaron parámetros productivos en gallinas ponedoras alimentadas con dietas que incluyen grasas y componentes glucogénicos. Evaluando si algún sustituto específico podría reducir los costos de alimentación, sin alterar la capacidad productiva de las aves. Este estudio tuvo como objetivo evaluar los parámetros

productivos de dos sustitutos energéticos, mediante el análisis de la ganancia diaria de peso, el consumo diario de alimento y la calidad del huevo, considerando su peso, grosor y resistencia de la cáscara.

Materiales y Métodos

Ubicación del Estudio

La investigación 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 se encuentra a una altitud de 800 msnm y presenta una temperatura promedio de 26 °C.

Animales Utilizados

El estudio incluyó un total de 60 gallinas de la línea genética Dekalb® White distribuidas en 12 jaulas de 61 cm × 36 cm, alojando cinco aves cada una. Los parámetros evaluados fueron peso corporal, consumo de alimento (oferta y rechazo), peso de los huevos y mortalidad diaria, recolectándose los datos semanalmente desde la semana 16 hasta la semana 20 (día 28).

Alimentación

Las aves fueron alimentadas con la dieta basal que se suministra en la unidad hasta la semana 16. Posteriormente, las dietas fueron distribuidas al azar en las 12 jaulas quedando un total de cuatro jaulas por tratamiento.

Tratamientos

En este estudio, se evaluaron tres dietas basales (DB) para determinar su impacto en los animales. El tratamiento uno fue la dieta basal, formulada con harina de maíz, harina de soya y aceite de palma africana. El tratamiento dos, mantuvo los mismos ingredientes base (harina de maíz, harina de soya) pero se excluyó el aceite de palma africana y se incluyó 2.5 % de Enegan. Por último, el tratamiento tres, fue una dieta formulada con harina de maíz, harina de soya y un 1 % de un sustituto gluconeogénico, sin incluir aceite de palma africana. Estas formulaciones permiten comparar el efecto del aceite de palma y del sustituto gluconeogénico en el desempeño de los animales.

En el Cuadro 1 se detallan los ingredientes utilizados para la formulación de las dietas, de igual forma la cantidad de cada uno de ellos expresado en porcentaje. Los ingredientes con el mayor porcentaje de inclusión en la dieta son la harina de maíz, la harina de soya y el aceite de palma.

Cuadro 1

Dietas usadas en la evaluación de parámetros productivos con la inclusión de grasa en polvo y un gluconeogénico en la dieta de aves de postura

Ingredientes	Control	Enegan	Gluconeogénico
Harina de maíz	54.60	59.95	61.45
Harina de soya	33.64	33.64	33.64
Aceite de palma africana	7.86	0.00	0.00
Enegan	0.00	2.50	0.00
Gluconeogénico	0.00	0.00	1.00
Premezcla	0.30	0.30	0.30
Enzimas exógenas	0.05	0.05	0.05
Colina	0.05	0.05	0.05
Secuestrante de micotoxinas	0.08	0.08	0.08
Carbonato de calcio	1.24	1.24	1.24
Biofos	1.20	1.20	1.20
Bicarbonato de sodio	0.28	0.28	0.28
Sal común	0.23	0.23	0.23
L-Lisina	0.11	0.11	0.11
DL-Metionina	0.28	0.28	0.28
L-Treonina	0.05	0.05	0.05

Nota. En cada tratamiento se detallan los ingredientes utilizados y su inclusión.

Variables Evaluadas

Consumo de Alimento

Las aves fueron alimentadas con 5.6 kg de alimento por semana, las cuales eran ajustadas en porciones suministradas cada dos días. Para determinar con precisión el consumo de alimento, se utilizó una balanza de precisión Mettler® Toledo. El procedimiento consistió en pesar el alimento al comienzo de la semana y al final, midiendo el sobrante en los comederos. Esta metodología permitió calcular la cantidad exacta de alimento consumida por las aves, proporcionando datos precisos sobre su ingesta semanal y facilitando la evaluación de su eficiencia alimenticia.

Peso de las Aves

Cada semana se pesó a las aves individualmente para evaluar su aprovechamiento del alimento y asegurar su crecimiento y desarrollo eficientes.

Calidad del Huevo

Cuando las aves llegaron a su edad productiva, se evaluó la calidad de los huevos producidos. Para ello, se midieron tres parámetros clave: el peso de los huevos, el grosor de la cáscara y la fuerza de fractura. Estos factores son esenciales para determinar si los huevos cumplen con los estándares de calidad requeridos. El peso ideal de los huevos asegura un buen desarrollo, mientras que un grosor adecuado de la cáscara garantiza su resistencia y durabilidad. Así, ambos indicadores son fundamentales para evaluar el rendimiento de las aves.

Diseño Experimental y Análisis Estadístico

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con tres tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento y 12 unidades experimentales. Se aplicó un análisis de varianza (ANDEVA), utilizando un modelo lineal general (GLM), con una separación de medias mediante la prueba de Duncan. Así mismo se realizó una prueba de Kolmogórov-Smirnov. La significancia fue declarada cuando $P \leq 0.05$. La ejecución del análisis de datos fue realizada mediante el software SAS® versión 9.4.

Resultados y Discusión

Consumo de Alimento

En el Cuadro 2, se presentan los resultados del consumo de alimento en cada uno de los tratamientos evaluados por semana, también se puede observar el total acumulado que se obtuvo por la adición del consumo de alimento desde la semana uno hasta la semana cinco del experimento. No se mostraron diferencias ($P > 0.05$) indicando que las grasas saponificadas y los gluconeogénicos aportaron la cantidad de energía metabolizable requerida por las aves sin afectar el consumo de alimento.

Las aves tienen la capacidad de ajustar la cantidad de alimento que consumen según sus necesidades energéticas. Si la dieta que reciben es más energética, es decir, proporciona más calorías por unidad de alimento, las aves pueden comer menos, ya que obtienen la energía que necesitan con una menor cantidad de alimento. Por el contrario, cuando la dieta tiene menos calorías o es menos energética, las aves tienden a comer más para cubrir sus necesidades de energía, especialmente en aquellas que son más livianas, ya que necesitan un mayor volumen de alimento para compensar la baja cantidad de energía que les proporciona. Cuando las aves son alimentadas con una dieta energética y equilibrada, logran satisfacer sus necesidades de energía con una menor cantidad de alimento. Esto les permite aprovechar de manera más eficiente los nutrientes, lo que mejora el rendimiento alimenticio y reduce la cantidad de comida que necesitan para mantenerse saludables y productivas (Saldaña et al., 2016).

Aunque las dietas con alto contenido energético pueden parecer una opción eficiente para satisfacer las necesidades de las aves, no siempre garantizan una eficiencia alimentaria ideal. Esto se debe a que el aumento de la energía en una cantidad menor de alimento puede afectar negativamente el desarrollo del sistema digestivo de las aves. Al tener que procesar menos volumen de alimento, los órganos encargados de la digestión como el buche y la molleja, no se desarrollan de manera adecuada. Esto es importante al inicio de la postura, cuando los órganos aún están en proceso de maduración y no son lo suficientemente fuertes como para manejar una gran carga energética de manera eficiente.

Como resultado, las aves pueden tener dificultades para digerir correctamente el alimento, lo que afecta su salud y producción. Para evitar complicaciones digestivas en las aves alimentadas con dietas densas en energía, se recomienda incorporar fibra en la alimentación, lo que favorece el desarrollo adecuado del sistema digestivo y optimiza el proceso digestivo a largo plazo. Además, la gluconeogénesis, proceso mediante el cual las aves generan glucosa a partir de fuentes que no son carbohidratos, reduce la necesidad de consumir grandes cantidades de alimento. Al fomentar este proceso, las aves aprovechan mejor la energía disponible, lo que mejora su eficiencia alimentaria y ofrece beneficios tanto nutricionales como económicos.

En las aves, la gluconeogénesis ocurre principalmente en los riñones, donde se reciclan compuestos como lactato, piruvatos y aminoácidos para producir glucosa, ya que los hepatocitos del hígado tienen una capacidad limitada para sintetizarla (Watford, 1985) . Es fundamental asegurar un desarrollo adecuado del tracto digestivo de las aves, especialmente de órganos como el riñón y el hígado, ya que esto influye directamente en su rendimiento productivo a lo largo de su vida. La consistencia en el consumo de alimento sugiere que ninguno de los ingredientes ha interferido con la ingesta. Además, esto implica que la relación entre proteína y energía permanece equilibrada, siendo la más adecuada para el ave. En consecuencia, la energía en la dieta se utiliza de manera eficiente para cubrir las necesidades fisiológicas, como el crecimiento y la producción de huevos en las ponedoras.

Además, la digestión de las proteínas no se ve comprometida, lo que sugiere que el sistema digestivo está funcionando correctamente, aprovechando los nutrientes de forma óptima para impulsar tanto el desarrollo como la producción, sin desperdiciar energía en procesos no productivos. (Liu et al., 2021)

Cuadro 2

Consumo diario de alimento (g/ave/día) para cada tratamiento evaluado a lo largo de cinco semanas

Semana	Control	Enegan	Gluconeogénico	EE±	Valor P
16	118.50	125.75	122.50	6.4673	0.4689
17	125.75	128.75	129.75	7.4400	0.9436
18	129.00	122.25	125.40	7.2500	0.2457
19	130.00	122.75	127.50	6.6442	0.4163
20	119.25	127.50	123.50	6.0878	0.2616

Nota. Valores en filas difieren estadísticamente entre sí ($P \leq 0.05$)

Peso de las Aves

En la evaluación del peso inicial y final de las aves, no se observaron diferencias entre los tres tratamientos experimentales ($P > 0.05$), indicando que los ingredientes alternativos utilizados en las dietas, como el sustituto gluconeogénico, pueden reemplazar al aceite de palma sin afectar negativamente el rendimiento de las aves en términos de ganancia de peso. Esto es relevante, ya que el peso corporal de las aves es un indicador clave de su salud y productividad.

Además, los resultados obtenidos en este estudio coinciden con los rangos reportados en investigaciones previas. Muir et al. (2023) y (Latshaw y Bishop) documentaron que los pesos corporales de las aves al inicio del periodo de postura suelen variar entre 1.15 y 2.45 kg por ave, lo que refuerza la idea de que las formulaciones dietéticas utilizadas, que excluyeron el aceite de palma, son efectivas y seguras para mantener el rendimiento adecuado. Esto es significativo porque demuestra que los ingredientes alternativos no solo son viables desde un punto de vista nutricional, sino que también pueden contribuir a una alimentación más sostenible sin comprometer los parámetros productivos. En el Cuadro 3, se presenta la ganancia de peso semanal para cada uno de los tratamientos evaluados desde la semana dieciséis hasta la veinte, respectivamente.

Cuadro 3

Ganancia de peso semanal (kg) para cada tratamiento evaluado a lo largo de cinco semanas

Semana	Control	Enegan	Gluconeogénico	EE±	Valor P
16	1.20	1.19	1.18	0.0671	0.7850
17	1.29	1.29	1.28	0.0633	0.7187
18	1.34	1.34	1.34	0.0641	0.9066
19	1.40	1.40	1.41	0.0680	0.9368
20	1.47	1.47	1.47	0.0941	0.9577

Nota. Valores en filas difieren estadísticamente entre sí ($P \leq 0.05$)

Calidad del Huevo

Respecto a la evaluación de la calidad del huevo, no se reportaron diferencias para el peso del huevo, grosor y fuerza de la cascara ($P > 0.05$). En la industria avícola, uno de los desafíos más importantes es el tamaño del huevo que las aves producen al inicio de la postura. Durante esta etapa temprana, las gallinas aún no han alcanzado su pleno desarrollo, y su sistema reproductivo continúa madurando. Esto puede afectar la calidad del huevo, como su tamaño, grosor y resistencia de la cáscara. Por eso, los productores de huevos se enfocan en mejorar estas características, ya que son cruciales para garantizar la calidad del producto final. Para lograrlo, buscan incluir en las dietas de las aves ingredientes alternativos que ayuden a mejorar no solo el tamaño y la calidad del huevo, sino también el desarrollo físico de las aves, asegurando que crezcan de manera adecuada para mantener una producción eficiente y sostenible a lo largo de su ciclo de vida. En estudios probando diferentes fuentes de energía Kumar et al. (2021) y (da Silva Filardi et al., 2005), de igual forma, no encontraron diferencias significativas en peso del huevo y cascara de este, mostrando promedios cercanos a los reportados en este estudio, donde explican que, a pesar de trabajar con diferentes fuentes de energía, no existió un impacto en estos parámetros, pero si pueden presentarse cambios en el perfil de ácidos grasos en la yema de huevo.

Respecto a la fuerza, estudios han mostrado que las fuentes de energía diversas no tienen por lo general gran efecto sobre la fuerza en la cascara. La cantidad de proteínas y minerales en la alimentación es esencial para el correcto desarrollo de la cáscara del huevo, por lo que, esto podría explicar la falta de diferencias significativas en este parámetro (Shalaei et al., 2014). En el Cuadro 4, se observa el peso de huevo, el grosor de la cascara y también la fuerza de fractura para cada uno de los tratamientos.

Cuadro 4

Peso del huevo, grosor y fuerza de la cascara para cada tratamiento

Variables	Control	Enegan	Gluconeogénico	EE±	Valor P
Peso huevo (g)	61.00	60.25	59.80	0.004	0.582
Grosor (mm)	0.32	0.32	0.32	0.004	0.983

Variables	Control	Enegan	Gluconeogénico	EE±	Valor P
Fuerza (kg)	4.29	4.33	4.28	0.004	0.740

Nota. Valores en filas difieren estadísticamente entre sí ($P \leq 0.05$)

Conclusión

La inclusión de la grasa Enegan y el producto gluconeogénico no tuvieron efectos sobre el peso de las aves, su consumo, y la calidad del huevo junto a sus componentes como ser, el peso del huevo, grosor, y fuerza.

Recomendaciones

Evaluar los efectos de los sustitutos Enegan y gluconeogénico en fases avanzadas del ciclo productivo de gallinas para determinar su impacto en el rendimiento a largo plazo.

Evaluar el desarrollo del tracto digestivo en aves en crecimiento para garantizar una adecuada digestibilidad y absorción de nutrientes.

Realizar evaluaciones detalladas con distintos niveles de inclusión de cada ingrediente para optimizar costos y mejorar la eficiencia nutricional.

Referencias

- da Silva Filardi, R., Junqueira, O. M., Laurentiz, A. C. de, Casartelli, E. M., Aparecida Rodrigues, E. y Francelino Araújo, L. (2005). Influence of Different Fat Sources on the Performance, Egg Quality, and Lipid Profile of Egg Yolks of Commercial Layers in the Second Laying Cycle. *Journal of Applied Poultry Research*, 14(2), 258–264. <https://doi.org/10.1093/japr/14.2.258>
- Kumar, S. S., Sampath, V., Park, J. H. y Kim, I. H. (2021). Effects of Different Levels of Dietary Energy and Nutrient Density during the Pre-Peak and Peak Periods on Egg Quality in Hy-Line Brown Laying Hens. *Korean Journal of Poultry Science*, 48(4), 319–325. <https://doi.org/10.5536/KJPS.2021.48.4.319>
- Latshaw, J. D. y Bishop, B. L. (2001). Estimating Body Weight and Body Composition of Chickens by Using Noninvasive Measurements1. *Poultry Science*, 80(7), 868–873. <https://doi.org/10.1093/ps/80.7.868>
- Leentfaar, E. (2024, 12 de noviembre). *Feed capacity development - Laying Hens*. <https://layinghens.hendrix-genetics.com/en/articles/feed-capacity-development/>
- Liu, S. Y., Selle, P. H., Macelline, S. P., Chrystal, P. V., Toghyani, M. y Greenhalgh, S. (2021). 8. Synchrony of protein-bound and non-bound amino acids influence feed efficiency in poultry. *Animal - Science Proceedings*, 12(3), 263–264. <https://doi.org/10.1016/j.anscip.2022.01.009>
- Muir, W. I., Akter, Y., Bruerton, K. y Groves, P. J. (2023). The role of hen body weight and diet nutrient density in an extended laying cycle. *Poultry Science*, 102(2), 102338. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.102338>
- Nutri News. (2021). *¿Cuáles son las funciones de la grasa de la dieta en las aves de corral?* <https://nutrinews.com/cuales-son-las-funciones-de-la-grasa-de-la-dieta-en-las-aves-de-corral/>
- ORFFA. (2021). *Improve animal performance with our knowledge and solutions | Orffa*. <https://orffa.com/>
- Quishpe, G. (2006). *Factores que afectan el consumo de alimento en pollos de engorde y postura* [Proyecto especial de graduación]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.
- Ravindran, V., Tancharoenrat, P., Zaefarian, F. y Ravindran, G. (2016). Fats in poultry nutrition: Digestive physiology and factors influencing their utilisation. *Animal Feed Science and Technology*, 213, 1–21. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.01.012>
- Saldaña, B., Gewehr, C. E., Guzmán, P., García, J. y Mateos, G. G. (2016). Influence of feed form and energy concentration of the rearing phase diets on productivity, digestive tract development and body measurements of brown-egg laying hens fed diets varying in energy concentration from 17 to 46 wk of age. *Animal Feed Science and Technology*, 221, 87–100. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.08.025>
- Shalaei, M., Hosseini, S. M. y Zergani, E. (2014). Effect of different supplements on eggshell quality, some characteristics of gastrointestinal tract and performance of laying hens. *Veterinary Research Forum : An International Quarterly Journal*, 5(4), 277–286.

- Torre, M. (2012). *Nuevos usos de los diferentes constituyentes del huevo*. <https://scripta.up.edu.mx/entities/publication/7475bf8d-a1e3-467c-be9b-6bb6b5d8aa89/details>
- Torres M., J. G. (2021). *Efecto de fuentes lipídicas en el desempeño productivo de pollitas de reemplazo ponedoras Dekalb White®* [Proyecto especial de graduación]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/items/4189a9b2-843d-48a9-9f8d-d7324033a842>
- Watford, M. (1985). Gluconeogenesis in the chicken: Regulation of phosphoenolpyruvate carboxykinase gene expression. *Federation Proceedings*, 44(8), 2469–2474. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2985455/>