

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



Proyecto Especial de Graduación
**Efecto de fuentes lipídicas en el desempeño productivo de pollitas de
reemplazo ponedoras Dekalb White®**

Estudiante

Jefrey Geovani Torres Menéndez

Asesores

Yordan Martínez Aguilar, D.Sc.

Patricio Paz Castillo, Ph.D.

Honduras, noviembre 2021

Autoridades

TANYA MÜLLER GARCÍA

Rectora

ANA MARGARITA MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

ROGEL CASTILLO

Director Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Agradecimientos

En primer lugar, me gustaría expresar mis agradecimientos a mis asesores, por su apoyo a lo largo del proyecto. A mis becarios, la fundación Howard G. Buffett, por darme la oportunidad de realizar mis estudios. A mi familia y todas las personas que me dieron su apoyo para lograr mis objetivos a quienes estimo mucho.

Contenido

Agradecimientos.....	3
Índice de Cuadros	5
Resumen.....	6
Abstract	7
Introducción	8
Materiales y Métodos.....	11
Sitio de estudio y Condiciones geo-climáticas.....	11
Animales, diseño experimental y tratamientos.....	11
Condiciones experimentales.....	11
Indicadores productivos.....	12
Análisis estadísticos.....	12
Resultados y Discusión	16
Peso Corporal.....	16
Uniformidad	19
Longitud de tarso.....	20
Consumo de alimento	22
Conversión alimenticia	24
Viabilidad	25
Conclusiones.....	27
Recomendaciones.....	28
Referencias.....	29

Índice de Cuadros

Cuadro 1 <i>Ingredientes y aportes nutricionales de las pollitas Dekalb White® (0-4 semanas)</i>	13
Cuadro 2 <i>Ingredientes y aportes nutricionales de las pollitas Dekalb White® (5-10 semanas).....</i>	14
Cuadro 3 <i>Ingredientes y aportes nutricionales de las pollitas Dekalb White® (10-16 semanas).....</i>	15
Cuadro 4 <i>Efecto de fuentes lipídicas en el peso vivo de pollitas de remplazo ponedoras Dekalb White®</i>	16
Cuadro 5 <i>Efecto de fuentes lipídicas en la uniformidad de pollitas de remplazo ponedoras Dekalb White®.....</i>	19
Cuadro 6 <i>Efecto de fuentes lipídicas en la longitud de tarso de pollitas de remplazo ponedoras Dekalb White®.....</i>	21
Cuadro 7 <i>Efecto de fuentes lipídicas en el consumo de alimento acumulado de pollitas de remplazo ponedoras Dekalb White®</i>	22
Cuadro 8 <i>Efecto de fuentes lipídicas en el índice de conversión alimenticia de pollitas de remplazo ponedoras Dekalb White®</i>	24
Cuadro 9 <i>Efecto de fuentes lipídicas en la viabilidad de pollitas de remplazo ponedoras Dekalb White®</i>	26

Resumen

Las fuentes lipídicas adicionadas en los piensos, influyen en el desarrollo de las pollitas de reemplazo. El objetivo del estudio, consistió en evaluar el efecto de la inclusión en la dieta de los tratamientos: manteca de cerdo, aceite de soja y aceite de palma; en los indicadores productivos de peso vivo, uniformidad de la parvada, longitud de tarso, consumo de alimento, viabilidad e índice de conversión alimenticia. Se distribuyeron 540 aves de la línea genética Dekalb White® durante 16 semanas, en 3 tratamientos, 12 repeticiones y utilizando 45 pollitas por repetición con alimento y agua ofrecidos *ad libitum*. En la primera etapa, el aceite de soja y la manteca de cerdo incrementaron el peso vivo y la longitud de tarso, además disminuyeron la conversión de alimento ($P \leq 0.05$). En la segunda fase, el peso vivo y la longitud de tarso se mantuvieron superiores con respecto al aceite de palma africana ($P \leq 0.05$). En la etapa final del estudio, no se registró diferencias significativas en ninguno de los parámetros evaluados ($P > 0.05$). Se concluyó que las fuentes lipídicas como el aceite de soja y la manteca de cerdo, tienen un mejor desempeño sobre los indicadores productivos durante el primer periodo de las aves de reemplazo, por lo que se recomienda utilizar estas dietas durante dicha fase. A partir de la quinta semana se puede suministrar cualquiera de los lípidos evaluados, según la disponibilidad y precio del mercado.

Palabras clave: Aceite de soja, aceites de palmas, alimentación avícola, manteca de cerdo.

Abstract

The lipid sources added in the feed, influence the development of replacement chicks. The objective of the study was to evaluate the effect of the inclusion in the diet of the treatments: lard, soybean oil and palm oil; in the productive indicators of live weight, flock uniformity, tarsal length, feed consumption, viability and feed conversion index. 540 birds of the Dekalb White® genetic line were distributed during 16 weeks, in 3 treatments, 12 repetitions and using 45 pullets per repetition with food and water offered *ad libitum*. In the first stage, soybean oil and lard increased live weight and tarsal length, and also decreased feed conversion ($P \leq 0.05$). In the second phase, live weight and tarsal length remained higher with respect to African palm oil ($P \leq 0.05$). In the final stage of the study, no significant differences were recorded in any of the evaluated parameters ($P > 0.05$). It was concluded that lipid sources such as soybean oil and lard, have a better performance on the productive indicators during the first period of replacement chicks, so it is recommended to use these diets during this phase. From the fifth week on, any of the lipids evaluated can be supplied, depending on availability and market price.

Keywords: Lard, palm oils, poultry feeding, soybean oil.

Introducción

La producción avícola es un pilar fundamental en la alimentación humana, siendo una de las ramas de la agricultura que aporta en mayor volumen dentro de las producciones animales. El huevo se consume en todas las regiones y culturas del mundo, formando parte de la canasta básica de todos los estratos sociales, es un alimento delicioso, de fácil masticación y deglución. Además, cumple con las 3 funciones buscadas en un alimento que son la sensorial, la nutritiva y la promotora de la salud (Torre Marina 2012). Se usa como materia prima en diversas industrias alimentarias, por mencionar, la pastelería, derivados de panificación e industria de aderezos, también es una fuente de componentes antimicrobianos como la lisozima, que es ampliamente utilizada en la conservación de alimentos y productos del cuidado de la salud (Kovacs-Nolan *et al.* 2005).

El huevo se considera la fuente de proteína de más bajo costo. La albumina es una proteína nutricionalmente completa al disponer de un excelente equilibrio de aminoácidos, de igual importancia, la yema está compuesta por un 65% de lípidos, siendo una formidable fuente calórica, Además, aporta gran parte de los requerimientos nutricionales como selenio, vitamina B12, colina, riboflavina, fósforo y vitamina D (Yamamoto *et al.* 2018). Según lo reportado por FAO (2015) a nivel mundial se producen anualmente alrededor de 73.8 millones de toneladas de huevo, y en Centroamérica se estima un alto consumo que asciende a 300 huevos anuales per cápita.

Existen diversos factores que influyen en la producción avícola, como son la nutrición, sanidad animal, ascendencia genética, entre otros de menor repercusión. Sin embargo, se considera que la alimentación de las aves es un punto clave, pues representa aproximadamente dos tercios de los costos de producción (Thirumalaisamy *et al.* 2016). Por lo que se busca constantemente maximizar la eficiencia de este aspecto, debido a que los mercados cada vez son más competitivos.

La fase de crianza tiene una repercusión directa en la vida productiva de las gallinas, si el peso corporal no alcanza su potencial genético tampoco alcanzara su capacidad de producción (Leentfaar 2021). Por lo que las primeras 16 semanas de edad de las aves de reemplazo, tendrán una gran

repercusión en su vida productiva. Debido a ello, es estratégico maximizar el desarrollo en esta fase, utilizando alimentos de alta calidad y aprovechando líneas genéticas con las mejores cualidades con base en producción. Por lo tanto, se optó por utilizar pollitas de remplazo de la línea genética Dekalb White® por su eficiencia, docilidad y capacidad genética de poner hasta 500 huevos anuales (Dekalb 2021). Durante el primer mes de vida se dará el mayor desarrollo de los órganos del ave, mientras que el desarrollo muscular se da mayormente entre las 4 y 11 semanas, posteriormente se da más énfasis en su estructura corporal y desarrollo de órganos reproductivos (Grignon 2019).

Los alimentos lipídicos, han sido ampliamente utilizados en la elaboración de piensos en el sector avícola, debido a su alta concentración calórica, disminuyen la demanda de ingredientes energéticos en forma de carbohidratos (Ravindran V *et al.* 2016). Por efecto, tendrán una influencia económica positiva, en la eficiencia de la unidad animal y consecuentemente, en los índices de producción de la granja. Existen algunos lípidos que se conocen como ácidos grasos esenciales, esto se debe a que tienen un papel vital en ciertos procesos metabólicos, resaltando el ácido linoleico y el ácido araquidónico, pues resulta necesario adicionarlos en los piensos, ya que, el organismo del ave no es capaz de sintetizarlos, o lo hace en cantidades menores a las necesarias (Cherian 2015). Por tanto, se debe tomar en cuenta la relación entre el aporte de lípidos y su perfil de ácidos grasos.

A nivel bioquímico, los ácidos grasos se transforman en acetyl coenzima A, dando lugar a la síntesis de Adenosín trifosfato (ATP) mediante el ciclo de Krebs. El metabolismo de las aves es distinto al de los mamíferos, pues no se puede incluir grandes cantidades de lípidos a las dietas, ya que, aunque son una fuente sumamente eficiente de energía, los procesos metabólicos son una limitante, debido a que el transporte a las células no es tan eficaz y existe el riesgo de ocasionar esteatosis hepática (Valenzuela 2010). Pero a la vez tiene un papel primordial en el desarrollo de los órganos reproductivos y consecuentemente la vitelogénesis durante la producción (Alvarenga *et al.* 2011).

Además del aporte energético, la adición de aceites o grasas en las dietas, aumenta la palatabilidad por parte de las aves, lubrica el paso de los piensos por el esófago y permite la absorción

de vitaminas liposolubles en el pienso. Asimismo, aumenta la absorción de otros compuestos nutricionales, ya que, reduce la velocidad del paso de la dieta por el tracto intestinal (Brenes y Roura 2010). El sistema digestivo de las aves aprovecha con mayor facilidad los lípidos insaturados, como el ácido linoleico, el cual es abundante en el aceite de soya, en comparación con los saturados, como el ácido palmítico, el cual es un ácido graso saturado encontrado en altas concentraciones en el aceite de palma, o también, provenientes de grasas animales como la manteca de cerdo, que presentan altas proporciones de ácidos grasos sin dobles enlaces (Tomkins y Drackley 2010).

De esta manera, el objetivo del presente estudio consistió en evaluar el efecto de las fuentes lipídicas (manteca de cerdo, aceite de soya y aceite de palma) en el desempeño productivo de pollitas de reemplazo ponedoras durante sus primeras 16 semanas de vida.

Materiales y Métodos

Sitio de Estudio y Condiciones Geo-climáticas

El experimento se desarrolló en el Centro de Investigación y Enseñanza Avícola de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, ubicada a 32 km entre Tegucigalpa-Danlí, Honduras. La temperatura promedio anual fue de 26 °C, con una precipitación promedio de 1100 mm y a una altura de 800 msnm.

Animales, Diseño Experimental y Tratamientos

Para la investigación un total de 540 pollitas de reemplazo ponedoras Dekalb White® de un día de edad y sexadas, se ubicaron durante 16 semanas según diseño completamente aleatorizado, con tres tratamientos, cuatro repeticiones por tratamiento y 45 aves por repetición. Los tratamientos consistieron en dietas formuladas con aceite de palma, aceite de soya y manteca de cerdo. Tomando en cuenta los requerimientos descritos en el manual de la línea genética utilizada (Cuadros 1, 2 y 3).

Condiciones Experimentales

Cada repetición estuvo constituida por un corral con dimensiones de 5.92 m² c/u (1.6 × 3.7 m), donde se ubicaron 45 pollitas/corral a una razón de 7.60 aves/m². El alimento y el agua se ofrecieron *ad libitum* en comederos tipo tolva y bebederos automáticos dual, respectivamente, en la décima semana se trasladaron a el sistema de jaulas en batería, con dimensiones de 0.3 m² c/u (0.6 x 0.5 m), donde se ubicaron 6 gallinas/jaula a una razón de 20 aves/m², designando 8 jaulas para cada repetición. El alimento y el agua se siguieron suministrando *ad libitum*, en comederos tipo canal y bebederos automáticos dual. La dieta se formuló en la planta de concentrado de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. El galpón se desinfectó previamente según las normas de calidad medio ambientales. Se empleó calefacción en los primeros 14 días de edad por medio de focos ahorradores, se utilizaron cortinas para regular temperatura e iluminación. Las pollitas se vacunaron contra Newcastle, Bronquitis, Gumboro, Coriza y Cólera.

Indicadores Productivos

Todos los indicadores del desempeño productivo se determinaron en los periodos de 1-4 semanas, 5-10 semanas y 11-16 semanas. La mortalidad de las pollitas de reemplazo ponedoras se determinó por los animales muertos entre los existentes al inicio del experimento. El peso inicial y final de cada etapa se realizó de forma individual, en una balanza digital SARTORIUS modelo BL 1500 con precisión ± 0.1 g. El consumo de alimento acumulado se calculó mediante el método de oferta y rechazo. Se calculó la conversión alimenticia, como también la cantidad de alimento ingerido, para una ganancia de 1 g de peso vivo (PV). La uniformidad se calculó según el método de ± 10 y según el peso estándar (Martínez et al. 2011).

Análisis Estadísticos

Los resultados se expresaron como media y \pm EE. Se realizó un análisis de varianza de clasificación simple y separación de medias utilizando SPSS 23.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EE. UU.). Se tomaron valores de $P \leq 0.05$ para indicar diferencias significativas. La mortalidad se determinó por comparación de proporciones.

Cuadro 1*Ingredientes y aportes nutricionales de las pollitas Dekalb White® (0-4 semanas)*

Ingredientes (%)	Aceite de palma	Aceite de soya	Manteca de cerdo
Harina de maíz	62.40	62.83	62.77
Harina de soya	29.59	29.50	29.51
Premezcla de minerales y vitaminas	0.50	0.50	0.50
Cloruro de sodio	0.50	0.50	0.50
Fuentes de lípidos	2.74	2.40	2.45
Colina	0.05	0.05	0.05
DL-Metionina	0.22	0.22	0.22
L-Treonina	0.03	0.03	0.03
L-Lisina	0.16	0.16	0.16
Carbonato de calcio	1.91	1.91	1.91
Biofos	1.68	1.68	1.68
Mycofix plus 5.0	0.12	0.12	0.12
Enzimas Lumis Lbzyme X50	0.05	0.05	0.05
Coccidiostato	0.05	0.05	0.05
Costo de la dieta (USD/t)	462.27	465.03	462.36
Aportes nutricionales (%)			
Energía metabolizable (kcal/kg MS)	2950.00	2950.00	2950.00
Proteína cruda	20.50	20.50	20.50
FND	15.83	15.83	15.83
FAD	5.75	5.75	5.75
LAD	0.56	0.56	0.56
Fibra cruda	2.95	2.95	2.95
Ca	1.10	1.10	1.10
P disponible	0.48	0.48	0.48
Lisina	1.00	1.00	1.00
Metionina+cistina	0.78	0.78	0.78
Treonina	0.67	0.67	0.67
Triptófano	0.19	0.19	0.19

Cuadro 2*Ingredientes y aportes nutricionales de las pollitas Dekalb White® (5-10 semanas)*

Ingredientes (%)	Aceite de palma	Aceite de soya	Manteca de cerdo
Harina de maíz	62.07	62.35	62.24
Harina de soya	26.69	26.63	26.66
Premezcla de minerales y vitaminas	0.50	0.50	0.50
Cloruro de sodio	0.35	0.35	0.35
Salvado de trigo	5.00	5.00	5.00
Fuentes de lípidos	1.39	1.17	1.25
Colina	0.05	0.05	0.05
DL-Metionina	0.14	0.14	0.14
L-Treonina	0.00	0.00	0.00
L-Lisina	0.10	0.10	0.10
Carbonato de calcio	2.04	2.04	2.04
Biofos	1.45	1.45	1.45
Mycifix plus 5.0	0.12	0.12	0.12
Enzimas Lumis Lbzyme X50	0.05	0.05	0.05
Coccidiostato	0.05	0.05	0.05
Costo de la dieta (USD/t)	435.58	436.72	435.67
Aportes nutricionales (%)			
Energía metabolizable (kcal/kg MS)	2850.00	2850.00	2850.00
Proteína cruda	20.00	20.00	20.00
Ca	1.10	1.10	1.10
P disponible	0.44	0.44	0.44
Lisina	0.89	0.89	0.89
Metionina+cistina	0.69	0.69	0.69
Treonina	0.61	0.61	0.61
Triptófano	0.19	0.19	0.19

Cuadro 3*Ingredientes y aportes nutricionales de las pollitas Dekalb White® (10-16 semanas)*

Ingredientes (%)	Aceite de palma	Aceite de soya	Manteca de cerdo
Harina de maíz	59.05	59.12	59.09
Harina de soya	23.75	23.75	23.75
Premezcla de minerales y vitaminas	0.30	0.30	0.30
Cloruro de sodio	0.33	0.33	0.33
Salvado de trigo	12.50	12.50	12.50
Fuentes de lípidos	0.53	0.45	0.48
Colina	0.05	0.05	0.05
DL-Metionina	0.14	0.14	0.14
L-Lisina	0.03	0.03	0.03
Carbonato de calcio	2.04	2.05	2.05
Biofos	1.06	1.06	1.06
Mycofix plus 5.0	0.12	0.12	0.12
Enzimas Lumis Lbzyme X50	0.05	0.05	0.05
Coccidiostato	0.05	0.05	0.05
Costo de la dieta (USD/t)	403.24	403.70	403.28
Aportes nutricionales (%)			
Energía metabolizable (kcal/kg MS)	2750.00	2850.00	2750.00
Proteína cruda	16.80	20.00	16.80
Ca	1.05	1.10	1.05
P disponible	0.38	0.44	0.38
Lisina	0.78	0.89	0.78
Metionina+cistina	0.63	0.69	0.63
Treonina	0.56	0.61	0.56
Triptófano	0.19	0.19	0.19

Resultados y Discusión

Peso Corporal

En el cuadro 4 se observa el efecto sobre el peso vivo de la adición de distintas fuentes lipídicas en la dieta de pollitas de reemplazo durante las primeras 16 semanas de vida. En cuanto a la primera fase, que corresponde a las primeras 4 semanas de vida de las aves, la manteca de cerdo y el aceite de soya presentaron valores superiores y obtuvieron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) con respecto al aceite de palma. En la segunda etapa que concierne al peso vivo en la décima semana de vida, los resultados fueron similares a la primera etapa, mostrando diferencia significativa ($P \leq 0.05$) con mayor peso vivo el aceite de soya y la manteca de cerdo, con resultados menores en el tratamiento con aceite de palma africana. A las 16 semanas no se encontró diferencia significativa ($P > 0.05$) en ninguno de los tratamientos evaluados.

Cuadro 4

Efecto de fuentes lipídicas en el peso vivo de pollitas de reemplazo ponedoras Dekalb White®

Etapas del experimento	Fuentes de lípidos en aves de reemplazo			EE±	Valor de P
	Manteca de cerdo	Aceite de soya	Aceite de palma africana		
4 semanas	252.01 ^a	262.36 ^a	225.66 ^b	5.09	<0.001
10 semanas	738.85 ^a	730.57 ^a	699.25 ^b	6.41	0.01
16 semanas	1154.75	1150.52	1133.54	4.45	0.112

En el intestino delgado, los compuestos del concentrado como los triglicéridos son hidrolizados, formando moléculas sencillas como ácidos grasos libres, estos se absorben por los enterocitos y son transportados por la circulación sanguínea a otros tejidos (Wijtten *et al.* 2012). Los ácidos biliares son sustancias complejas que se sintetizan a partir de colesterol en el hígado (Lai W *et al.* 2018), estos ácidos biliares junto con las sales biliares, electrolitos, fosfolípidos, bilirrubina y colesterol componen la bilis y al no producirse suficiente bilis la emulsificación no es tan eficiente

(Marin *et al.* 2016). Esto limita a la lipasa, enzima encargada de realizar la lipólisis, y a su cofactor la colipasa, que ayuda a la lipasa a adherirse a los triglicéridos. En la inmadurez del tracto, la lipasa y colipasa son secretadas en pocas cantidades por el páncreas, limitando aún más su actividad sobre las gotas de grasa (Vertiprakhov *et al.* 2016). Las grasas y aceites están compuestas principalmente por triglicéridos que constan de una molécula de glicerol adherida a 3 ácidos grasos, al digerirse por acción de la lipasa se desprenden 2 ácidos grasos, dejando un monoglicérido y 2 ácidos grasos libres (Ravindran V *et al.* 2016). Se ha demostrado que los ácidos grasos insaturados se digieren con mayor eficiencia debido a que tienen una mayor facilidad en la formación de micelas al contacto con la bilis, como lo afirma Krogdahl (1985).

Las primeras 4 semanas son determinantes, debido a que comprenden el desarrollo de los órganos digestivos y el sistema inmunológico (van de Braak 2020). Observando los datos obtenidos, se denota que el peso vivo de los experimentos, es mayor en función directa a la proporción de ácidos grasos insaturados que poseen los piensos. En la etapa inicial se obtuvo mejores resultados en el tratamiento con aceite de soya, el cual es altamente insaturado, pues bioquímicamente aporta a las aves 52.78% de ácido linoleico, un 6.97% de ácido linolénico y 23.32% de ácido oleico, según lo muestra Rostagno (2017). De todas las fuentes lipídicas evaluadas, el aceite de soya es el que presenta mayor proporción de ácidos grasos insaturados, además es el que posee más ácidos grasos n-6, lo que le proporciona cierta ventaja sobre los demás lípidos en digestibilidad (Wiseman 1994). Estos resultados concuerdan con lo mencionado por Itzá-Ortiz *et al.* (2008) quien recomienda que para alcanzar el mayor potencial genético se debe utilizar aceite de soya durante los primeros 21 días de vida.

La manteca de cerdo es un producto de gran interés en alimentación de monogástricos, debido a que contiene 9.7% de ácido linoleico y generalmente lo conforma en gran parte el ácido oleico con un 41.84%, a pesar de categorizarse como saturado, es el que posee más ácido esteárico en un 13.95%, caracterizado por ser menos aterogénico. Además, presenta suficientes ácidos grasos

insaturados esenciales (Rostagno 2017). Su digestibilidad es considerable en todas las especies, debido tanto a su contenido aceptable en ácido linoleico y ácido oleico, como también la disposición de los ácidos grasos en la molécula de glicerol (Mateos *et al.* 1996). Tanto el aceite de soya como la manteca de cerdo obtuvieron mayor peso vivo en la fase inicial, es posible que esto se deba a que ambos tratamientos, además de aportar la energía necesaria para el ave, contienen un perfil graso fácilmente digerible para su óptimo desarrollo, mientras el intestino delgado se encuentra en crecimiento, con fluctuaciones insignificantes entre sí.

A diferencia, el aceite de palma proporcionó resultados evidentemente inferiores, debido a que los órganos digestivos inmaduros de las pollitas no fueron capaces de digerir completamente todos sus lípidos. Esto se debe a que, el aceite de palma posee 36.85% de ácido oleico y 9.5% de ácido linoleico, siendo la mayor parte de su composición ácidos grasos saturados como el palmítico (Rostagno 2017) a pesar de ser el más saturado, es el más económico y más disponible en la industria avícola. Estos resultados concuerdan con Martínez *et al.* (2013), quienes mencionan que las aves jóvenes no están preparadas fisiológicamente ni a nivel bioquímico para consumir dietas ricas en aceite. No obstante, este inconveniente disminuye con la edad, por lo que es crucial el uso de lípidos insaturados durante el primer mes de vida de las pollitas, para garantizar una correcta suplementación energética.

Según lo enunciado por Van de Braak (2020), a partir de la quinta semana el desarrollo muscular y esquelético es mayor, donde cualquier retraso en esta fase será perjudicial en la producción. A diferencia del periodo inicial, durante la segunda etapa, la composición en ácidos insaturados no fue tan influyente en el desarrollo, debido a que el intestino ya se había desarrollado en su mayor parte. Por tanto, a partir de esta etapa la absorción de lípidos fue equivalente entre las dietas, sin embargo, los tratamientos de manteca de cerdo y aceite de soya se mantuvieron significativamente superiores al aceite de palma, debido al subdesarrollo que presentó este último en el primer estadio. Lo anterior concuerda con (Grignon 2019), quien menciona que el limitado

crecimiento durante una etapa puede tener un impacto perjudicial en el crecimiento de las pollitas y su producción.

En la fase final de la crianza, los tratamientos se homogenizaron y ninguno mostró diferencia significativa, esto pudo causarse debido a que el desarrollo se vio ralentizado durante la última etapa. Como lo afirma (Grignon 2019) el crecimiento de las pollitas de remplazo no es lineal, este alcanza su tasa más alta entre las 5 y 10 semanas de vida. A partir de la décima semana los lípidos no tuvieron un efecto considerable sobre el peso, no obstante, quizá la repercusión se pudo ver reflejada en los órganos reproductivos.

Uniformidad

En el cuadro 5 se observa el efecto sobre la uniformidad de la adición de distintas fuentes lipídicas, en la dieta de pollitas de remplazo durante las primeras 16 semanas de vida. Como se observa la uniformidad de las poblaciones dentro de las unidades experimentales, no mostró diferencia significativa ($P > 0.05$) en ninguna de las etapas de crecimiento.

Cuadro 5

Efecto de fuentes lipídicas en la uniformidad de pollitas de remplazo ponedoras Dekalb White®

Etapas del experimento	Fuentes de lípidos en aves de remplazo			EE±	Valor de P
	Manteca de cerdo	Aceite de soya	Aceite de palma africana		
4 semanas	63.00	55.00	60.00	2.988	0.589
10 semanas	80.00	80.00	72.00	2.049	0.191
16 semanas	94.00	96.00	90.00	1.137	0.075

La uniformidad es un indicador de la homogeneidad de las aves dentro de los tratamientos. El método de uniformidad empírico es el más utilizado en la avicultura comercial, y se estima calculando el $\pm 10\%$ del valor promedio del peso corporal (Itza Ortiz *et al.* 2011). Durante las primeras cuatro semanas de vida el porcentaje de uniformidad presento valores relativamente inferiores, sin embargo, como también menciona Itza Ortiz *et al.* (2011). Esto pudo deberse a Actividades como vacunación,

corte de pico, traslado y pesaje, que afectan su desempeño y alteran la uniformidad de la parvada. Además, entre menor es el valor de las medias, el rango de ± 10 será más reducido, por lo que, en parvadas jóvenes la uniformidad tiende a ser menor.

Como se observa, en la semana 10 los datos de uniformidad fueron aceptables, proporcionando uniformidad igual entre la manteca de cerdo y el aceite de soya, lo que ratifica la fiabilidad de los resultados de peso vivo, mientras que el aceite de palma brindó menor uniformidad. En la semana 16 la uniformidad fue excelente en todos los tratamientos, ya que todos estuvieron sobre el parámetro mencionado por Leentfaar (2021), quien establece que en aves blancas esta debe ser de un 90% al inicio de su producción, esto ayuda a prolongar el pico de puesta, debido a que los requerimientos nutricionales de la parvada son similares, lo que permite satisfacer mejor sus necesidades, ninguno de los tratamientos presentó uniformidad considerablemente distinta.

Longitud de Tarso

El cuadro 6 muestra el efecto en la longitud de los tarsos de las aves por consecuencia de las distintas fuentes lipídicas suministradas en la dieta, evaluando 3 distintas etapas de crecimiento a lo largo de las primeras 16 semanas de vida. En la semana 4 el aceite de soya mostró diferencias notables ($P \leq 0.05$) superiores a los demás tratamientos, en segundo lugar, la manteca de cerdo mostró diferencias significativas ($P \leq 0.05$) sobre el aceite de palma africana. En la segunda fase que corresponde hasta la décima semana, los tratamientos con aceite de soya y manteca de cerdo se igualaron demostraron los mejores resultados ($P \leq 0.05$) en contraste a el tratamiento con aceite de palma africana con resultados inferiores. En la etapa final que concluyó en la semana 16 del experimento, los tratamientos fueron similares, ya que ninguno de los tratamientos indicó diferencias significativas ($P > 0.05$).

Cuadro 6

Efecto de fuentes lipídicas en la longitud de tarso de pollitas de remplazo ponedoras Dekalb White®

Etapas del experimento	Fuentes de lípidos en aves de remplazo			EE±	Valor de P
	Manteca de cerdo	Aceite de soya	Aceite de palma africana		
4 semanas	5.69 ^b	5.82 ^a	5.52 ^c	0.042	<0.001
10 semanas	8.95 ^a	9.00 ^a	8.64 ^b	0.055	0.003
16 semanas	9.86	9.94	9.87	0.025	0.423

La longitud de tarso es un indicador del tamaño del ave, existe una correlación entre la longitud de los tarsos y el desarrollo de las aves de remplazo. Los ácidos grasos de la dieta influyen en la composición de los lípidos óseos y las concentraciones de prostaglandina en el hueso, por consecuencia afecta el desarrollo óseo longitudinal (Watkins *et al.* 2000). Evidentemente la longitud de tarso está ligada al peso vivo del animal.

En la cuarta semana, el aceite de soya presentó una mayor longitud de tarso, debido a que el aprovechamiento es superior en este aceite, claramente la absorción más eficiente de los lípidos repercute directamente en el desarrollo corporal de las aves. Estos resultados son similares a los obtenidos por Oviedo-Rondón y Ferket (2005) quienes mencionan que las aves alimentadas con aceite de soya presentaron tarsos con mayor longitud y mayor resistencia a la ruptura que las alimentadas con lípidos convencionales. La manteca de cerdo es una fuente rica en ácidos grasos saturados y posee menos ácidos grasos insaturados que el aceite de soya que tuvo diferencias significativas para el tarso, sin embargo, la manteca de cerdos fue superior al aceite de palma africana, similar efecto se encontró para el peso vivo, lo que confirma que el perfil lipídico influye sobre el desarrollo del ave en la primera fase de vida.

En la décima semana, el desarrollo corporal fue significativamente igual entre el aceite de soya y la manteca de cerdo, esto se debe a que el desarrollo esquelético se ve altamente influenciado por el estrés calórico (Cándido *et al.* 2019), para inhibir la repercusión negativa de la temperatura es

necesaria la inclusión de lípidos. Los resultados concuerdan con lo descubierto por Ben-Hamo *et al.* (2011) quienes demostraron que el ácido oleico está altamente asociado con la termorregulación. La manteca de cerdo al tener una proporción considerable de ácido oleico, tuvo un incremento significativo en esta fase, presentando mayor longitud de tarso el aceite de soya y la manteca de cerdo, sobreponiéndose ambos al tratamiento con aceite de palma africana que presenta tarsos más cortos.

En la última fase al igual que los pesos, no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos, esto se debió a que el sistema digestivo alcanzó su madurez fisiológica y la digestión de lípidos ya no es una limitante. Según Toscano (2018) a medida que se alcanza su tamaño adulto, el desarrollo óseo se ralentiza, y depende principalmente del suministro de calcio de la dieta. Los lípidos suministrados en todos los tratamientos proveen los ácidos grasos y hormonas necesarias para el proceso de síntesis.

Consumo de Alimento

En cuanto al cuadro 7, se muestra el efecto de las distintas fuentes lipídicas evaluadas, sobre el consumo de alimento acumulado, en cada una de las fases de crecimiento de pollitas de reemplazo. A pesar de mostrar cierta variación en el consumo por ave en las distintas fases, al analizar el valor P no se obtuvo diferencias significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos, en ninguno de los periodos evaluados.

Cuadro 7

Efecto de fuentes lipídicas en el consumo de alimento acumulado de pollitas de reemplazo ponedoras

Dekalb White®

Etapas del experimento	Fuentes de lípidos en aves de reemplazo			EE±	Valor de P
	Manteca de cerdo	Aceite de soya	Aceite de palma africana		
4 semanas	773.54	800.68	799.09	14.965	0.747
10 semanas	1654.55	1436.96	1420.64	47.306	0.062
16 semanas	3075.26	3230.69	2988.32	70.038	0.396

El consumo de alimento en las aves, es de vital importancia ya que repercutirá en el desarrollo de las mismas, un alto consumo de alimento es indicador de sanidad en la parvada. sin embargo, las aves consumen alimento hasta suplir su requerimiento energético, por lo que, al suministrar altas cantidades de lípidos, podría disminuir el consumo, y limitar la ingesta de otros nutrientes (Ferrini 2010). Al aportar concentraciones calóricas similares entre los tratamientos, por ende, el consumo no mostro diferencias significativas.

La ingesta está directamente influenciada por la palatabilidad del pienso suministrado, la cual se ve favorecida por la inclusión de lípidos, una mala percepción del producto por parte del ave, inducirá a un consumo inferior, limitando la suplementación de proteínas, Carbohidratos, minerales y vitaminas (Ge XK. *et al.* 2019). El aceite de palma posee propiedades que aumentan la palatabilidad de las aves, induce un alto consumo y reduce el calor en los procesos digestivos (Stanley 2008) Sin embargo, un alto consumo no es sinónimo de desarrollo, como se observa en los indicadores anteriores. Por su parte el aceite de soya, obtuvo un consumo similar al aceite de palma durante la primera fase, pese a esto los indicadores de peso vivo y longitud de tarso fueron evidentemente mayores. Kucukersan y Kucukersan (2010) demostraron que las inclusiones de altos niveles de aceite de soya no influyen en el consumo de alimento en aves de postura. A su vez, el estudio realizado por Ferreyros y Granda (2020) determinó que la manteca de cerdo induce un mayor consumo, sin embargo, este fenómeno solo se expresó en el segundo estadio, difiriendo en la fase inicial y final del estudio.

Durante las distintas fases evaluadas no se registró ninguna diferencia en cuanto al consumo, todos los tratamientos presentaron consumos homogéneos, esto indica que independientemente de la fuente lipídica la percepción del ave fue positiva. Quizá, esto se debe a que la palatabilidad del pienso, no está ligada al sabor del mismo, sino que más bien a su textura lubricante, brindada por todos los compuestos lipídicos. Esto podría deberse a causa de que las aves tienen una agudeza

gustativa menor en comparación con los mamíferos, debido a su bajo número de papilas gustativas. Además, parecen tener menos genes receptores del gusto (Roura *et al.* 2013).

Conversión Alimenticia

En la tabla 8 se presenta el efecto sobre el índice de conversión alimenticia, de la adición de fuentes lipídicas en la dieta de pollitas de remplazo ponedoras, durante sus primeras 16 semanas de vida. En la fase que comprende desde el inicio hasta la semana 4, el aceite de soya y la manteca de cerdo mostraron rendimientos más favorables ($P \leq 0.05$) en comparación a el aceite de palma, que obtuvo un índice menos eficiente. En cambio, durante la segunda y tercera fase no se demostró una diferencia considerable ($P > 0.05$) entre los tratamientos.

Cuadro 8

Efecto de fuentes lipídicas en el índice de conversión alimenticia de pollitas de remplazo ponedoras Dekalb White®

Etapas del experimento	Fuentes de lípidos en aves de reemplazo			EE±	Valor de P
	Manteca de cerdo	Aceite de soya	Aceite de palma africana		
4 semanas	3.50 ^a	3.61 ^a	4.09 ^b	0.101	0.016
10 semanas	3.46	3.05	3.00	0.097	0.095
16 semanas	7.24	7.75	6.95	0.179	0.194

La conversión alimenticia es un indicador de la eficiencia con la que las aves aprovechan el alimento consumido. Durante la primera fase del experimento, la manteca de cerdo y el aceite de soya presentaron una conversión alimenticia más eficiente, en contraste al aceite de palma africana. Este parámetro al igual que el peso vivo, está ligado al perfil lipídico y depende de las condiciones metabólicas que ocurren en el desarrollo intestinal que se da en el primer mes de vida.

El principal limitante, es la incapacidad del hígado y páncreas, sin lugar a duda, los lípidos tienen una influencia importante en el desarrollo de las aves de reemplazo, ya que durante las primeras semanas de vida la absorción de ácidos grasos en el intestino delgado es deficiente. Esto se

debe al incompleto desarrollo de las vellosidades intestinales y a la limitada acción de la lipasa y colipasa pancreática, así como a la mala circulación enterohepática de las sales biliares, lo que causa una menor emulsificación de los compuestos liposolubles e inferior tasa de absorción (Itzá-Ortiz *et al.* 2008).

En la etapa que comprende de la quinta a la décima semana, se registraron los menores índices de conversión en general, debido al elevado desarrollo muscular que comprende esta etapa, además, los tratamientos altamente saturados, mostraron una gran eficacia, tanto como los insaturados. Los resultados se relacionan a lo enunciado por Tanchaorenrat P *et al.* (2013), quien declara que las fuentes lipídicas son mejor aprovechadas en el final del crecimiento, ya que los requerimientos calóricos son mayores y el intestino es capaz de aprovecharlos independientemente del perfil de ácidos grasos.

En la etapa final tampoco se obtuvo diferencias significativas, al igual que en el segundo estadio. Los índices de conversión son más altos en esta fase debido a que ya se dio el mayor desarrollo muscular y esquelético. Además, según un estudio realizado por Lentle *et al.* (2013), a medida que avanza el desarrollo, la emulsificación de los lípidos es apoyada por la molleja, mediante un proceso único en las aves conocido como peristaltismo inverso, en el cual el contenido del intestino delgado, es devuelto a la molleja, la que por su acción mecánica dispersa los lípidos y compensa las limitantes del tracto digestivo.

Viabilidad

En el cuadro 9 se presenta la viabilidad que se obtuvo en los tratamientos, durante las 3 distintas fases en las que se desarrolló el experimento. Como se demuestra en el cuadro, no se evidenció diferencia significativa ($P > 0.05$) entre los tratamientos en cuanto a mortalidad, en ninguno de los ciclos que se examinaron.

Cuadro 9

Efecto de fuentes lipídicas en la viabilidad de pollitas de remplazo ponedoras Dekalb White®

Etapas del experimento	Fuentes de lípidos en aves de remplazo			EE±	Valor de P
	Manteca de cerdo	Aceite de soya	Aceite de palma africana		
4 semanas	95.75	100.00	96.75	0.866	0.101
10 semanas	95.75	95.00	100.00	1.607	0.431
16 semanas	100.00	100.00	99.50	0.166	0.405

La viabilidad de las aves durante su desarrollo, es un factor determinante en la rentabilidad de una empresa avícola. Una alta viabilidad evidencia el buen manejo que ha recibido la parvada, condiciones óptimas de alojamiento, y un correcto plan de vacunación. Además, nos indica la calidad de los piensos nutricionales, y en su caso, detecta la presencia de compuestos anti nutricionales. Según lo indicado en el manual de producción de la casa genética, Dekalb (2021), mediante la modificación genética se ha logrado que la estirpe Dekalb White® pueda mantener la viabilidad de la parvada por encima del 94%, en condiciones óptimas.

En el estudio realizado, todos los tratamientos presentaron índices de viabilidad superiores a lo requerido en el manual de producción, sin diferencias significativas entre sí. Esto nos indica que no se presentó estrés alimenticio, ni presencia de toxinas en los piensos suministrados, también, expone un correcto manejo, en el que no hubo restricción de alimento, problemas en la suministración de agua o efectos adversos del clima y el entorno.

Conclusiones

Las fuentes lipídicas (aceite de palma africana, aceite de soya y manteca de cerdo) no cambiaron la uniformidad, consumo de alimento y viabilidad durante las 16 semanas de vida. Sin embargo, el empleo de aceite de palma africana, redujo el peso vivo y longitud del tarso, e incrementó la conversión alimenticia en las primeras semanas de vida, sin efecto en la semana 16.

Recomendaciones

Es recomendable hacer énfasis, en la fuente lipídica utilizada durante las primeras cuatro semanas de vida, de acuerdo a su perfil de ácidos grasos, tal como Aceite de soya o manteca de Cerdo.

A partir de la quinta semana se puede suministrar cualquier lípido, según la disponibilidad y precio del mercado.

Se sugiere evaluar el efecto de otras fuentes lipídicas como grasas de origen marino, aceites de linaza, girasol, colza, coco, entre otros. Además de incursionar en grasas técnicas, con las cuales se puede ofrecer porcentajes superiores de grasas insaturadas, asegurándose de suplir los requerimientos de ácidos grasos esenciales.

Utilizar como indicadores en futuras investigaciones el peso de los órganos reproductivos, digestivos e inmunes.

Para posteriores estudios se recomienda llevar el experimento hasta las 20 semanas de vida de las pollitas, así se podrá observar la repercusión de los lípidos en sus primeras posturas.

Referencias

- Alvarenga RR, Zangeronimo MG, Pereira LJ, Rodrigues PB, Gomide EM. 2011. Lipoprotein metabolism in poultry. *World's Poultry Science Journal*. 67(3):431–440. doi:10.1017/S0043933911000481.
- Ben-Hamo M, McCue MD, McWilliams SR, Pinshow B. 2011. Dietary fatty acid composition influences tissue lipid profiles and regulation of body temperature in Japanese quail. *J Comp Physiol B*. 181(6):807–816. eng. doi:10.1007/s00360-011-0558-2.
- Brenes A, Roura E. 2010. Essential oils in poultry nutrition: Main effects and modes of action. *Animal Feed Science and Technology*. 158(1-2):1–14. doi:10.1016/j.anifeedsci.2010.03.007.
- Cándido M, Tinóco I, Barbari M, Freitas L, Dos Santos TC, Andrade RR, Gates RS, Conti L, Rossi G. 2019. Effect of environmental temperature during the of brooding period on growing period of pullets viscera and tibia. en. doi:10.15159/AR.19.106.
- Cherian G. 2015. Nutrition and metabolism in poultry: role of lipids in early diet. *J Anim Sci Biotechnol*. 6(1):28. eng. doi:10.1186/s40104-015-0029-9.
- Dekalb. 2021. Premium white performance. [sin lugar]: Institut de Sélection Animale BV; [actualizado 2021; consultado el 28 de may. de 2021]. <https://cutt.ly/pQdaVVT>.
- FAO. 2015. Egg facts. [sin lugar]: Food and Agriculture Organization of the United Nations; [actualizado el 20 de jun. de 2021; consultado el 20 de may. de 2021]. en. <https://cutt.ly/8Qda6Vh>.
- Ferreiros A, Granda SA. 2020. Microsoft Word - 19039_19148-Efectodefuenteslipídicasysalvadodetrigoenlosindicadoresbiológicosdepollosdeengorde; [consultado el 7 de jun. de 2021]. 1–40. <https://cutt.ly/DQdspVO>.
- Ferrini G. 2010. Efecto del perfil en ácidos grasos de la ración sobre la cantidad y distribución de lípidos en el pollo de carne. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona. 1 online resource. ISBN: 9788469320549.
- Ge XK, Wang AA, Ying ZX, Zhang LG, Su WP, Cheng K, Feng CC, Zhou YM, Zhang LL, Wang T. 2019. Effects of diets with different energy and bile acids levels on growth performance and lipid metabolism in broilers. *Poult Sci*. 98(2):887–895. eng. doi:10.3382/ps/pey434.
- Grignon P. 2019. The importance of body weight management. [sin lugar]: Hendrix Genetics; [actualizado 2021; consultado el 1 de jun. de 2021]. <https://cutt.ly/wQdsjs1>.
- Itza Ortiz MF, Ortiz JO, Vidales HJ, Arredondo HAO, Elisea JAQ, Alarcón CAR, Orozco UM. 2011. Características de crecimiento de pollitas de postura en relación al tipo de alojamiento. *Pesq. agropec. bras*. 46(7):768–771. doi:10.1590/S0100-204X2011000700013.
- Itzá-Ortiz MF, López-Coello C, Ávila-González E, Gómez-Rosales S, Arce-Menocal J, Velásquez-Madrado PA. 2008. Effect of energy source and level on the length of intestinal villi, immune response and the production performance in broilers. *Vet Mex*. 39(4):357–376. ES, EN. <https://cutt.ly/Bmiq289>.

- Kovacs-Nolan J, Phillips M, Mine Y. 2005. Advances in the value of eggs and egg components for human health. *J Agric Food Chem.* 53(22):8421–8431. eng. doi:10.1021/jf050964f.
- Krogdahl A. 1985. Digestion and absorption of lipids in poultry. *J Nutr.* 115(5):675–685. eng. doi:10.1093/jn/115.5.675.
- Kucukersan K, Kucukersan S. 2010. Influence of different dietary oil sources on performance and cholesterol content of egg yolk in laying hens. 1307-9530. en. <https://cutt.ly/ZQdsRAa>.
- Lai W, Huang W, Dong B, Cao A, Zhang W, Li J, Wu H, Zhang L. 2018. Effects of dietary supplemental bile acids on performance, carcass characteristics, serum lipid metabolites and intestinal enzyme activities of broiler chickens. *Poult Sci.* 97(1):196–202. eng. doi:10.3382/ps/pex288.
- Leentfaar E. 2021. Feed capacity development. [sin lugar]: Hendrix Genetics; [actualizado 2021; consultado el 28 de may. de 2021]. <https://layinghens.hendrix-genetics.com/en/articles/feed-capacity-development/>.
- Lentle RG, Reynolds G, Loubens C de, Hulls C, Janssen PWM, Ravindran V. 2013. Spatiotemporal mapping of the muscular activity of the gizzard of the chicken (*Gallus domesticus*). *Poult Sci.* 92(2):483–491. eng. doi:10.3382/ps.2012-02689.
- Marin J, I.R. Macias R, Briz O, M. Banales J, J. Monte M. 2016. Bile Acids in Physiology, Pathology and Pharmacology: Ingenta Connect. [sin lugar]: Bentham Science Publishers; [actualizado el 25 de jun. de 2021; consultado el 12 de jun. de 2021]. <https://cutt.ly/eQdsGwE>.
- Martínez Y, Batista Salazar LC, Martínez Yero O, Pérez Pérez J, Dorado Reyes M. 2011. Efecto del reagrupe de los reemplazos de reproductoras ligeras en la uniformidad del lote. *Revista Granma Ciencia*; [consultado el 15 de jun. de 2021]. 15(3). <https://cutt.ly/7miwiwj>.
- Martínez Y, Caicedo Becerra J, Rodríguez Bertot R, Chica Peláez J, Gang L, Betancur Hurtado C. 2013. Growth performance, carcass traits and lipid profile of broiler chicks fed with an exogenous emulsifier and increasing levels of energy provided by palm oil. *Journal of Food, Agriculture & Environment*; [consultado el 19 de may. de 2021]. 11:629–633. <https://cutt.ly/umiwfoq>.
- Mateos GG, Paloma García Rebollar, Pedro Medel. 1996. Utilización de grasas y productos lipídicos en alimentación animal: grasas puras y mezclas. Madrid: [sin editorial]. <https://cutt.ly/sQds2wR>.
- Oviedo-Rondón EO, Ferket PR. 2005. Nutritional factors that affect leg problems in meat poultry: A Review. [sin lugar]: Department of Poultry Science, College of Agriculture and Life Sciences; [actualizado el 25 de jun. de 2021; consultado el 5 de jun. de 2021]. <https://cutt.ly/5miwcXU>.
- Ravindran V, Tancharoenrat P, Zaefarian F, Ravindran G. 2016. Fats in poultry nutrition: Digestive physiology and factors influencing their utilisation. *Animal Feed Science and Technology.* 213:1–21. doi:10.1016/j.anifeedsci.2016.01.012.
- Rostagno HS, editor. 2017. *Tablas Brasileñas para Aves y Cerdos.* 4ª ed. Brasil: [sin editorial]. ISBN: 978-85-8179-122-7.

- Roura E, Baldwin MW, Klasing KC. 2013. The avian taste system: Potential implications in poultry nutrition. *Animal Feed Science and Technology*. 180(1-4):1–9. doi:10.1016/j.anifeedsci.2012.11.001.
- Stanley JC. 2008. The nutritional reputation of palm oil. *Lipid Technology*. 20(5):112–114. doi:10.1002/lite.200800024.
- Tancharoenrat P, Ravindran V, Zaefarian F, Ravindran G. 2013. Influence of age on the apparent metabolisable energy and total tract apparent fat digestibility of different fat sources for broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*. 186(3-4):186–192. doi:10.1016/j.anifeedsci.2013.10.013.
- Thirumalaisamy G, Muralidharan J, Senthilkumar S, Hema Sayee R, Priyadharsini M. 2016. Cost-effective feeding of poultry. *International Journal of Science, Environment and Technology*; [consultado el 20 de jun. de 2021]. 5(6):3997–4005. <https://www.ijset.net/journal/1410.pdf>.
- Tomkins T, Drackley J. 2010. Applications of palm oil in animal nutrition. *Journal of Oil Palm Research*; [consultado el 3 de jun. de 2021]. 22:835–845. <https://cutt.ly/TQddzyx>.
- Torre Marina MC. 2012. Nuevos usos de los diferentes constituyentes del huevo. *Hospitalidad ESDAI*. (22):7–25. <https://revistas.up.edu.mx/ESDAI/article/view/1549>.
- Toscano M. 2018. Skeletal problems in contemporary commercial laying hens. En: Mench JA, editor. *Advances in poultry welfare*. Duxford United Kingdom, Cambridge MA: Woodhead Publishing an imprint of Elsevier. p. 151–173 (*Advances in farm animal welfare series*).
- Valenzuela A. 2010. Revisión: Lipidosis Hepática en Aves Exóticas y de Zoológico. *Hospitales Veterinarios*; [consultado el 3 de jun. de 2021]. 2(3):5–10. <https://cutt.ly/xmiwYiY>.
- van de Braak T. 2020. Preparing for a good start, objectives for the brooding period - Laying Hens. [sin lugar]: Hendrix Genetics; [actualizado el 25 de jun. de 2021; consultado el 10 de jun. de 2021]. <https://cutt.ly/EQddPEk>.
- Vertiprakhov VG, Grozina AA, Dolgorukova AM. 2016. The activity of pancreatic enzymes on different stages of metabolism in broiler chicks. *S-h. biol.* 51(4):509–515. doi:10.15389/AGROBIOLOGY.2016.4.509ENG.
- Watkins BA, Li Y, Allen KG, Hoffmann WE, Seifert MF. 2000. Dietary ratio of (n-6)/(n-3) polyunsaturated fatty acids alters the fatty acid composition of bone compartments and biomarkers of bone formation in rats. *J Nutr.* 130(9):2274–2284. eng. doi:10.1093/jn/130.9.2274.
- Wijtten PJA, Langhout DJ, Verstegen MWA. 2012. Small intestine development in chicks after hatch and in pigs around the time of weaning and its relation with nutrition: A review. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science*. 62(1):1–12. doi:10.1080/09064702.2012.676061.
- Wiseman J. 1994. Full fat soya, oils and fats in poultry nutrition. *ResearchGate*; [consultado el 15 de may. de 2021]. <https://cutt.ly/dmiwKJC>.
- Yamamoto T, Juneja LR, Hatta H, Kim M. 2018. *Hen Eggs: Basic and Applied Science*. Boca Raton: Chapman and Hall/CRC. 217 p. ISBN: 9781351441117.