

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



Proyecto Especial de Graduación
Efectos de la interacción de niveles de energía metabolizable y fuentes
de ácidos grasos saturados en la productividad y características de la
canal de pollos de engorde

Estudiantes

Juan Pablo Ponce Dávila
Jennifer Paoly Deras Alvarado

Asesores

Yordan Martínez Dr. Sc.
Patricio Enrique Paz PhD

Honduras, julio 2021

Autoridades

TANYA MÜLLER GARCÍA

Rectora

ANA MAIER

Decana Académica

ROGEL CASTILLO

Director de Ciencia y Producción Agropecuaria

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros.....	4
Resumen	5
Abstract.....	6
Introducción.....	7
Materiales y Métodos.....	10
Alimentación y Manejo de Dietas.....	10
Condiciones Experimentales.....	13
Desempeño Productivo.....	14
Peso de las Porciones Comestibles.....	14
Análisis Estadísticos	14
Resultados y Discusión.....	15
Conclusiones	27
Recomendaciones.....	28
Referencias.....	29

Índice de Cuadros

Cuadro 1 <i>Ingredientes y aportes nutricionales de los pollos de engorde Cobb 500® en la etapa de inicio (0-8 días)</i>	11
Cuadro 2 <i>Ingredientes y aportes nutricionales de los pollos de engorde Cobb 500® en la etapa de crecimiento (9-18 días)</i>	12
Cuadro 3 <i>Ingredientes y aportes nutricionales de los pollos de engorde Cobb 500® en la etapa de finalización (19-35 días)</i>	13
Cuadro 4 <i>Efecto de la interacción de niveles de energía y fuente de ácidos grasos en el desempeño de pollos de engorde (0-8 días)</i>	15
Cuadro 5 <i>Efecto de la interacción de niveles de energía y fuente de ácidos grasos en el desempeño de pollos de engorde (9-18 días)</i>	18
Cuadro 6 <i>Efecto de la interacción de niveles de energía y fuente de ácidos grasos en el desempeño de pollos de engorde (19-35 días)</i>	20
Cuadro 7 <i>Efecto de la interacción de niveles de energía y fuente de ácidos grasos en el desempeño de pollos de engorde (0-35 días)</i>	22
Cuadro 8 <i>Efecto de niveles de inclusión de aceite de palma y manteca de cerdo como fuentes lipídicas en el peso relativo de las porciones comestibles de pollos de engorde (36 días)</i>	24

Resumen

Los nuevos híbridos de pollos de engorde requieren altas concentraciones de energía lo que encarece el costo de producción, la utilización de alternativas lipídicas locales en diferentes concentraciones energéticas podrá favorecer la eficiencia de los pollos de engorde. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la interacción de niveles de energía metabolizable y fuentes de ácidos grasos saturados (manteca de cerdo y aceite de palma), en el desempeño productivo y características de la canal de pollos de engorde. Un total de 960 aves de engorde de la línea genética Cobb 500 se distribuyeron aleatoriamente en seis tratamientos, cuatro repeticiones y 40 pollos por repetición durante 35 días de edad. Los tratamientos dietéticos consistieron en dietas formuladas con manteca de cerdo y aceite de palma y con alto, medio y bajo nivel de energía metabolizable. El empleo de manteca de cerdo y bajos contenidos de niveles energía metabolizable mejoraron ($P \leq 0.05$) el peso vivo y consumo de alimento, sin modificar la viabilidad y conversión alimenticia de los pollos de engorde, así como, ambos factores no tuvieron una interacción significativa ($P > 0.05$) en ningún indicador productivo. Por otro lado, las dietas experimentales no modificaron ($P > 0.05$) las porciones comestibles de los pollos de engorde, aunque se encontró una interacción significativa ($P \leq 0.05$) entre los niveles de energía y los lípidos saturados en el rendimiento de pechuga. Se recomienda utilizar la manteca de cerdo en dietas con bajos niveles de energía para promover la eficiencia aceite de palma.

Palabras clave: Dietas pollos de engorde, energía metabolizable, fuentes lipídicas.

Abstract

New broiler hybrids require high concentrations of energy, which increases the cost of production. The use of local lipid alternatives in different energy concentrations could favor broiler efficiency. The objective of the study was to evaluate the effect of the interaction of metabolizable energy levels and saturated fatty acid sources (lard and palm oil) on the productive performance and carcass characteristics of broilers. A total of 960 broilers of the Cobb 500 genetic line were randomly distributed in six treatments, four replicates and 40 broilers per replicate for 35 days of age. The dietary treatments consisted of diets formulated with lard and palm oil and with high, medium, and low metabolizable energy. The use of lard and low metabolizable energy levels improved ($P \leq 0.05$) live weight and feed intake, without modifying viability and feed conversion of broilers, and both factors did not have a significant interaction ($P > 0.05$) in any productive indicator. On the other hand, experimental diets did not modify ($P > 0.05$) broiler edible portions, although a significant interaction ($P \leq 0.05$) was found between energy levels and saturated lipids on breast yield. It is recommended to use lard in diets with low energy levels to promote palm oil efficiency.

Keywords: Broiler diets, metabolizable energy, lipid sources.

Introducción

En la actualidad en la alimentación de pollos de engorde la energía constituye alrededor de un 70-75% del total de los costos de las dietas, siendo el más costoso en la cadena productiva (Noblet 2013). Los requerimientos de energía han ido cambiando a lo largo de los años como consecuencia de los procesos de selección genética que nos ha permitido incrementar las eficiencias fisiológicas, lo que favorece que los pollos lleguen al mercado con mayor peso y edades más tempranas (Havenstein et al. 2003). Hoy en día, la industria avícola se enfoca en realizar investigaciones con alternativas alimenticias con base a subproductos, ya que las dietas para en aves especialmente para pollos engorde, requieren dietas con altas concentraciones de energía, lo cual se logra con la adición de aceites y grasas (Makkar et al. 2014).

La eficiencia digestiva y el valor energético de las grasas varía de acuerdo con el origen, estructura y apariencia. Estas características sugieren el uso de insumos con alta concentración y eficiencia energética como lo es en este caso los lípidos, los cuales concentran hasta 2.25 -3 veces más energía que los carbohidratos y proteínas (Birsoy et al. 2013), su efecto extra calórico puede ser parcialmente atribuido a su muy bajo incremento calórico. Sin embargo, para lograr estos beneficios, los lípidos deben ser digeridos y absorbidos, la edad de los animales también tiene una influencia directa, ya que los pollos jóvenes no utilizan los lípidos con la misma eficiencia que los pollos adultos, lo que está relacionado con la longitud de la cadena del ácido graso en su nivel de saturación (Tancharoenrat P et al. 2014) y así mismo a su limitada capacidad fisiológica que presenta su tracto digestivo, la misma que es acentuada en las primeras dos semanas de vida, donde producen cambios morfológicos, bioquímicos y moleculares (Yegani y Korver 2008).

La digestibilidad de las grasa y aceites depende de los siguientes factores: la longitud de la cadena carbónica, la presencia o ausencia de éster, número de enlaces dobles (triglicéridos o ácidos grasos libres), el régimen específico de los ácidos grasos saturados e insaturados en el glicerol, la composición que presentan los ácidos grasos libres, la composición de la dieta, el tipo y la cantidad de

triglicéridos en la dieta complementada a la flora intestinal, edad y sexo de las aves (Lubisco 2007). El proceso de digestión y absorción de lípidos ocurre principalmente en el intestino delgado. Este proceso es posible con la ayuda de auxinas, enzimas y emulsificantes, permitiendo así una mayor área de acción de la lipasa pancreática según Osorio y Flórez (2011).

El nivel de energía y nutrientes en las dietas incide directamente sobre la tasa de crecimiento y el consumo alimenticio, por ende, la mejora de la rentabilidad de los pollos de engorde. Las aves que son alimentadas con altos niveles de energía muestran un menor consumo en comparación con aves que fueron alimentadas con niveles bajos en energía. Estos resultados según, Brickett et al. (2007), comprueban que la capacidad de las aves para ingerir el alimento están vinculadas a las necesidades energéticas de la misma. Según Chávez Yance (2004) sustenta que los pollos que consumieron dietas con altas densidades obtuvieron una ganancia de peso más elevada. Si embargo, la conversión alimenticia fue significativamente más baja cuando en comparación con pollos que fueron alimentados con densidades bajas.

Los pollos modernos con crecimiento rápido no ajustan el consumo de alimento para poder satisfacer una necesidad fija de energía, lo cual le permite al ave comer más a medida que aumenta el contenido de energía. Siendo así la cantidad de energía ingerida parece funcionar como señal de la inducción de la saciedad de los pollo de engorde (Cerrate y Waldroup 2009). El ave tiene la capacidad de poder regular el consumo de alimento en base a la cantidad de energía que es requerida, cuando se aumentan los niveles de energía en una dieta, se logra disminuir el consumo de alimento sin obtener efectos negativos sobre el peso corporal. Según Barros A. (2000), el uso excesivo de aceite de palma para equilibrar la energía metabolizable provocó una mayor mortalidad que el control.

Tomando en cuenta lo antes mencionado, se establecieron los siguientes objetivos para el estudio: Evaluar el efecto de la interacción de niveles de energía metabolizable y fuentes de ácidos grasos saturados en el desempeño productivo de pollos de engorde, Determinar el

efecto de la interacción de niveles de energía metabolizable y fuentes de ácidos grasos saturados en las características de la canal de pollos de engorde.

Materiales y Métodos

La investigación se desarrolló en el Centro de Investigación y Capacitación Avícola de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, ubicado en Valle del Yegüare, a 30 km de la carretera de Tegucigalpa-Danlí. La unidad avícola se encuentra 800 msnm, con una precipitación media anual de 1,100 mm y una temperatura media de 28 °C.

Un total de 960 pollos de la línea Cobb 500® de engorde de un día de edad se distribuyeron aleatoriamente en un sistema factorial de 3x2 para los niveles de energía metabolizable con seis tratamientos, cuatro repeticiones con 40 pollos por repetición durante 35 días y una densidad de 10 aves/m². Los tratamientos experimentales consistieron en proporcionar dietas formuladas en base a los requerimientos nutricionales de cada etapa productiva.

Alimentación y Manejo de Dietas

Las dietas se formularon según los requerimientos nutricionales de la línea en un régimen trifásico; Inicio: 0-8 días, Crecimiento: 9-18 días, Finalización: 19-35 días.

Tratamiento 1: Palma africana. Inicio: 2975 kcal/kg, crecimiento: 3025 kcal/kg, finalización: 3100 kcal/kg.

Tratamiento 2: Palma africana. Inicio: 2925 kcal/kg, crecimiento: 2975 kcal/kg, finalización: 3050 kcal/kg.

Tratamiento 3: Palma africana. Inicio: 3025 kcal/kg, crecimiento: 3075 kcal/kg, finalización: 3150 kcal/kg.

Tratamiento 4: Manteca de cerdo. Inicio: 2975 kcal/kg, crecimiento: 3025 kcal/kg, finalización: 3100 kcal/kg.

Cuadro 3

Ingredientes y aportes nutricionales de los pollos de engorde Cobb 500® en la etapa de finalización

(19-35 días)

Ingredientes	EM-3100 kcal/kg- Palma	EM-3150 kcal/kg- Palma	EM-3050 kcal/kg- Palma	EM-3100 kcal/kg- Manteca	EM-3150 kcal/kg- Manteca	EM-3050 kcal/kg- Manteca
Harina de maíz de descarte (10.59 %)	67.15	65.70	68.54	67.67	66.40	68.94
Harina de soya (46.83%)	24.31	24.66	24.02	24.20	24.48	23.92
Premezcla de minerales y vitaminas	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Cloruro de sodio	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Fuente lipídica	3.96	5.07	2.87	3.55	4.54	2.57
Colina	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
DL-Metionina	0.28	0.28	0.27	0.28	0.28	0.27
L-Treonina	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
L-Lisina	0.30	0.29	0.30	0.30	0.30	0.30
Carbonato de calcio	1.42	1.42	1.42	1.41	1.41	1.41
Biofos	1.23	1.23	1.23	1.24	1.24	1.24
Mycofix plus 5.0	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Enzimas Lumis Lbzyme X50	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Coccidiostato	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Costo USD/t	390.02	395.81	383.79	398.71	399.98	386.05
<i>Aportes nutricionales</i>						
EM (kcal/kg MS)	3100	3150	3050	3100	3150	3050
Proteína cruda	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00
Ca	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76
P disponible	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38
Lisina	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02
Metionina+cistina	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Treonina	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66
Triptófano	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17

Condiciones Experimentales

Cada repetición estuvo constituida por un corral con cama de viruta de madera y 10 aves/m² que se distribuyeron según un diseño completamente aleatorio. El alimento y el agua se suministró *ad libitum* en comederos tipo tolva y bebederos de niple, respectivamente. La temperatura y la ventilación dentro del galpón se controló mediante criadoras de gas, manejo de cortinas y ventiladores. La nave se desinfectó según las normas de calidad medioambientales. No se utilizaron medicamentos, ni atención veterinaria terapéutica durante toda la etapa experimental.

Desempeño Productivo

Al final de la fase experimental (inicio, crecimiento y finalización) se determinó el desempeño productivo de los pollos de engorde. Los indicadores para evaluar la productividad fueron los siguientes, para el peso vivo (PV): se determinó tomando en cuenta el peso inicial y el peso final de las aves de forma individual, utilizando una balanza industrial Mettler Toledo® IND226 con precisión ± 1.00 g, respectivamente. El consumo alimenticio (CA), se calculó en cada etapa mediante el método de oferta y rechazo. La conversión alimenticia (CON), se calculó tomando en cuenta la ingesta de alimento necesaria para obtener una ganancia de 1 kg de peso corporal. Por último, la viabilidad, se determinó por los animales vivos entre los existentes al inicio del experimento.

Peso de las Porciones Comestibles

A los 35 días de edad se sacrificaron por el método de desangrado en la vena yugular 10 aves/tratamiento para un total de 40 pollos por tratamiento. Los pollos de engorde ayunaron durante 6 horas. Para determinar el peso relativo de la canal, pechuga, pierna, hígado y grasa abdominal, se realizó un pesaje de los pollos de engorde antes del sacrificio en una balanza digital Truweigh™ Blaze digital scale BL-100-01-BK con precisión ± 0.1 g. y se realizó el peso de las porciones.

Análisis Estadísticos

Los datos se procesaron mediante un análisis de varianza según diseño factorial 3x2 en el software estadístico SPSS versión 23.1. En los casos necesarios se utilizó la décima de rangos múltiples de medias de Duncan. La viabilidad se determinó por comparación de proporciones. También, se realizó una interacción entre lípidos y la energía metabolizable para todos los indicadores determinados.

Resultados y Discusión

El Cuadro 4 muestra el efecto de la interacción de niveles de energía y fuente de ácidos grasos en el desempeño de pollos de engorde en el periodo de 0-8 días. Respecto al peso vivo, este indicador no presentó diferencias ($P \geq 0.05$) en los tratamientos y lípidos. Sin embargo, en la energía metabolizable (EM) se observaron diferencias ($P \leq 0.05$) siendo la energía 2925 kcal/kg superior en comparación a 3025 kcal/kg. En cuanto a la interacción de lípidos x energía metabolizable (EM), no hubo diferencias en el indicador de peso vivo (PV). Por otro lado, no se observaron diferencias en los resultados obtenidos entre tratamientos, lípidos, energía metabolizable (EM) y la interacción de estos tomando en cuenta los siguientes indicadores: consumo alimenticio (CA), índice de conversión alimenticia (CON) y viabilidad (%).

Cuadro 4

Efecto de la interacción de niveles de energía y fuente de ácidos grasos en el desempeño de pollos de engorde (0-8 días)

Tratamiento	Indicadores			
	PV(g)	CA (g)	CON	Viabilidad (%)
T1	154.48	154.68	1.38	100.00
T2	158.32	161.45	1.49	100.00
T3	143.00	152.18	1.43	97.00
T4	148.67	144.65	1.44	98.25
T5	160.05	164.30	1.44	100.00
T6	148.70	151.25	1.48	97.75
EE±	2.014	2.421	0.020	0.621
<i>Lípidos</i>				
APA	151.933	156.100	1.433	99.000
MC	152.475	153.400	1.453	98.667
EE±	0.795	0.895	0.086	0.300
<i>EM</i>				
2925	159.187 ^a	162.875	1.466	100.000
2975	151.575 ^{ab}	149.663	1.409	99.125
3025	145.850 ^b	151.712	1.454	97.375
EE±	0.622	0.701	0.068	0.372
<i>Valor de P</i>				
Tratamientos	0.097	0.195	0.711	0.612
Lípidos	0.882	0.560	0.661	0.798

Tratamiento	Indicadores			
	PV(g)	CA (g)	CON	Viabilidad (%)
EM	0.024	0.061	0.529	0.261
Lípidos x EM	0.430	0.506	0.508	0.721

Nota. a, b, c Medias con letras diferencias en la misma columna difieren a $P \leq 0.05$. T1: 2975 kcal/Kg de EM con aceite de palma, T2: 2925 kcal /kg de EM con aceite de palma, T3: 3025 kcal/ kg de EM con aceite palma, T4 2975 kcal/Kg de EM con manteca de cerdo, T5: 2925 kcal /kg de EM con manteca de cerdo T6: 3025 kcal/ kg de EM con manteca de cerdo. APA: aceite de palma africana; MC: manteca de cerdos. EM: energía metabolizable. PV: peso vivo; CA: consumo de alimento; CON: conversión alimenticia. P: Probabilidad, EE±: Error estándar

El peso vivo (PV) obtuvo resultados con un rango entre los 143 a 160 gramos en los tratamientos que fueron formulados a base de fuentes lipídicas (aceite de palma africana y manteca de cerdo. Sin embargo, no hay diferencia ($P \geq 0.05$) en este indicador durante la etapa de inicial demostrando que estos lípidos saturados no influyeron en los resultados. De igual forma, Guerreiro Neto et al. (2011) indicaron que las fuentes de grasa en las dietas no afectaron el peso de los pollos durante la primera semana de vida. Al utilizar una energía de 2925 kcal/kg se logró incrementar el peso vivo obteniendo un resultado de 159.187 g a diferencia de los 145.850 g obtenidos al utilizar un mayor nivel de energía. Para este indicador, se presenta una tendencia a aumentar a medida que disminuye la densidad energética de la dieta, lo cual coincide con las observaciones de Saleh EA et al. (2004) y Moscoso (2019) en pollos que fueron alimentados con dietas que contenían diferentes niveles de energía.

El consumo alimento (CA) no resultó con diferencias ($P = 0.195$) entre los tratamientos en la etapa de inicio; sin embargo, la dieta con la inclusión de manteca de cerdo (2925 kcal /kg EM) fue la que presentó una mayor ingesta. Estos resultados coinciden con el reporte de Rodriguez-Sanchez et al. (2019) quien señala que los mayores consumos de alimento se presentan en los tratamientos de menor densidades energéticas debido a que las aves solo ingieren alimento suficiente para cubrir su requerimiento energético. Según Baião y Lara (2005), la digestibilidad del alimento en pollos es mejor en manteca de cerdo en comparación al aceite de palma esto se debe que al ser un lípido de origen animal tiene un alto contenido de ácidos grasos saturados y estos pueden absorberse y almacenar de

forma más directa que la grasa insaturada, siendo un factor determinante para mejorar la digestión del alimento.

En la conversión alimenticia (CON) no se obtuvieron diferencias ($P \geq 0.05$) entre los tratamientos siendo el T2 con 2925 kcal/kg en aceite de palma cual mostró la mayor conversión alimenticia. Por otro lado, los tratamientos con manteca de cerdo obtuvieron valores similares para la conversión alimenticia a diferencia de los tratamientos con aceite de palma. Los resultados obtenidos fueron similares al estudio de Guerreiro Neto et al. (2011), donde el ICA no fue diferente entre tratamientos al utilizar distintas fuentes de grasa. Varios experimentos han demostrado que un aumento en la concentración de energía tiene como consecuencia una disminución en la ingesta de alimento, pero no logra afectar la ganancia diaria, lo que resulta en una mejora en la eficiencia alimenticia. Sin embargo, con un nivel inferior de energía (2925 kcal/kg) se obtuvo un valor alto para la conversión alimenticia, considerando que hubo un aumento en el consumo de alimento en el tratamiento con la menor cantidad de energía metabolizable.

El Cuadro 5 muestra el efecto de la interacción de niveles de energía y fuente de ácidos grasos en el desempeño de pollos de engorde (9-18 días). El indicador de peso vivo (PV) demuestra que no se encontraron diferencias ($P \geq 0.05$) con los resultados obtenidos en los tratamientos, lípidos, energía metabolizable (EM) y la interacción de lípidos x energía metabolizable (EM). El indicador de consumo alimenticio (CA) demostró una diferencia entre los tratamientos experimentales, siendo el T3 con la inclusión de aceite de palma quien presenta un menor resultado con respecto a los otros tratamientos evaluados. Por otro lado, no se presentaron diferencias al evaluar los lípidos, energía metabolizable (EM) y la interacción de lípidos x energía metabolizable (EM). En el indicador de conversión alimenticia (CON), se obtuvo diferencias entre tratamientos, considerando que T1 y T3 con la inclusión de aceite de palma africana el que registraron un mayor índice de conversión alimenticia. Sin embargo, los resultados correspondientes a los lípidos, energía metabolizable (EM) y la interacción de lípidos x energía metabolizable (EM) no tuvieron diferencias entre tratamientos. Además, el indicador de

viabilidad (%) no indicó diferencias estadísticas entre los tratamientos, lípidos, energía metabolizable (EM) e interacción de lípidos x energía metabolizable (EM).

Cuadro 5

Efecto de la interacción de niveles de energía y fuente de ácidos grasos en el desempeño de pollos de engorde (9-18 días)

Tratamiento	Indicadores			
	PV(g)	CA (g)	CON	Viabilidad (%)
T1	521.53	518.35 ^a	1.46 ^a	98.75
T2	543.67	515.42 ^a	1.37 ^b	100.00
T3	462.10	450.83 ^b	1.47 ^a	98.75
T4	504.50	500.25 ^a	1.34 ^b	100.00
T5	548.78	523.70 ^a	1.38 ^{ab}	98.75
T6	527.80	516.05 ^a	1.37 ^{ab}	100.00
EE±	9.38	7.43	0.014	0.344
<i>Lípidos</i>				
APA	509.100	494.867	1.432 ^a	99.167
MC	527.025	513.333	1.363 ^b	99.583
EE±	1.69	1.45	0.065	0.357
<i>EM</i>				
2975	546.225	519.563	1.373	99.375
3025	513.012	509.300	1.401	99.375
3075	494.950	483.437	1.419	99.375
EE±	1.32	1.14	0.051	0.279
<i>Valor de P</i>				
Tratamientos	0.067	0.024	0.030	0.701
Lípidos	0.285	0.143	0.011	0.571
EM	0.055	0.066	0.309	0.951
Lípidos x EM	0.128	0.033	0.089	0.288

Nota. a, b, c Medias con letras diferencias en la misma columna difieren a $P \leq 0.05$. T1: 3025 kcal/Kg de EM con aceite palma, T2: 2975kcal

/kg de EM con aceite de palma, T3: 3075 kcal/ kg de EM con aceite de palma, T:4 3025 kcal/Kg de EM con manteca de cerdo, T5: 2975 kcal

/kg de EM con manteca de cerdo T6: 3075 kcal/ kg de EM con manteca de cerdo. PV: peso vivo; CA: consumo de alimento; CON:

conversión alimenticia P: Probabilidad EE±: Error estándar

La utilización de diferentes fuentes lipídicas a distintas concentraciones en la dieta a edad temprana de los pollos parece tener una influencia en el consumo de alimento, crecimiento y posterior desarrollo de las aves. El incremento de las fuentes lipídicas incrementa la palatabilidad y la eficiencia alimenticia de los pollos de engorde (Ge XK. et al. 2019). El peso vivo (PV) en la etapa de crecimiento

no presentó diferencias entre los tratamientos ($P \geq 0.05$). El T5 con 2975 kcal/kg EM con manteca de cerdo y el T2 con la misma cantidad de energía, mostraron el mayor peso vivo siendo 548.74 g y 543.67 g, respectivamente. Según los 491 g que obtuvieron Guerreiro Neto et al. (2011), se puede resaltar que en nuestro experimento se obtuvo un valor superior para este indicador. Al parecer, una disminución en la energía de la dieta favorece el peso vivo sin importar la fuente lipídica utilizada.

El consumo de alimento (CA) mostró que el tratamiento en el cual se utilizó 2975 kcal/kg con manteca de cerdo fue el de mayor cantidad (523.70 g) en relación con el tratamiento en el que se utilizó aceite de palma, el cual fue de 518.25 g y el que contenía la misma cantidad de energía metabolizable. En forma diferente, se reporta que altos niveles de energía, usando lípidos, en dietas para pollos de engorde, pueden afectar el comportamiento productivo (Orduña-Hernández et al. 2016).

El indicador de conversión alimenticia (CON) mostró diferencias ($P \leq 0.05$), lo que demuestra que los tratamientos que usaron aceite de palma africana a distintas cantidades de energía 3075 kcal/kg y 3025 kcal/kg presentaron el mayor índice de conversión alimenticia en relación con los tratamientos con manteca de cerdo. En el estudio realizado para esta etapa de crecimiento de denota que la conversión alimenticia disminuye en los pollos alimentados con manteca de cerdo, esto es debido a que la digestibilidad de los pollos incrementa gradualmente desde las primeras semanas hasta estabilizarse en la sexta semana (Osorio y Flórez 2011).

El Cuadro 6 muestra el efecto de la interacción de niveles de energía y fuente de ácidos grasos en el desempeño de pollos de engorde (19-35 días). Para el peso vivo (PV) se demostraron resultados similares entre los tratamientos con excepción al T1 con aceite de palma, el cual obtuvo diferencias notables ($P \leq 0.05$). De igual forma, los resultados en lípidos no presentaron diferencias. Se observó que en la etapa de inicio la energía metabolizable (EM) mostró una diferencia en comparación a las otras energías. También, se determinó que no hubo diferencia cuando se evaluó la interacción de lípidos x energía metabolizable (EM) en el peso vivo (PV). Por último, el consumo alimenticio (CA), la

conversión alimenticia (CON) y viabilidad (%) no resultaron con diferencias en tratamientos, lípidos, energía metabolizable (EM) e interacción de lípidos x energía metabolizable (EM).

Cuadro 6

Efecto de la interacción de niveles de energía y fuente de ácidos grasos en el desempeño de pollos de engorde (19-35 días)

Tratamiento	Indicadores			
	PV(g)	CA (g)	CON	Viabilidad (%)
T1	2009.73 ^b	2585.70	1.74	98.25
T2	2165.80 ^a	2569.92	1.65	100.00
T3	2105.05 ^a	2674.10	1.66	98.25
T4	2100.90 ^a	2650.13	1.68	98.75
T5	2113.05 ^a	2606.18	1.67	99.00
T6	2172.30 ^a	2643.28	1.68	98.25
EE±	15.61	22.31	0.011	0.325
<i>Lípidos</i>				
APA	2093.525	2609.908	1.681	98.833
MC	2128.750	2633.192	1.675	98.667
EE±	2.090	2.892	0.065	0.344
<i>EM</i>				
3050	2139.425 ^a	2588.050	1.659	99.500
3100	2055.313 ^b	2617.913	1.708	98.500
3150	2138.675 ^a	2658.687	1.668	98.250
EE±	1.63	2.26	0.05	0.269
<i>Valor de P</i>				
Tratamientos	0.017	0.779	0.395	0.632
Lípidos	0.171	0.629	0.807	0.807
EM	0.018	0.487	0.224	0.301
Lípidos x EM	0.063	0.705	0.354	0.658

Nota. a, b, c Medias con letras diferencias en la misma columna difieren a $P \leq 0.05$. T1: 3100 kcal/Kg de EM con aceite de palma, T2: 3050

kcal /kg de EM con aceite de palma, T3: 3150 kcal/ kg de EM con aceite de palma, T:4 3100 kcal/Kg de EM con manteca de cerdo, T5: 3050

kcal /kg de EM con manteca T6: 3150kcal/ kg de EM con manteca de cerdo. PV: peso vivo; CA: consumo de alimento; CON: conversión

alimenticia. P: Probabilidad; EE±: Error estándar

El peso vivo (PV) para la etapa final, demuestra que al utilizar una menor cantidad de energía en el aceite de palma y una mayor cantidad de energía en la manteca de cerdo se han logrado mejores resultados en pollos que recibieron esta última fuente lipídica. El incremento en el peso con la

inclusión de estas grasas se podría relacionar con las características estructurales que presenta, ya que su digestibilidad es elevada en todas las especies por su contenido aceptable de ácido linoleico (Mateos et al. 2012)

El consumo de alimento (CA) no indicó diferencias significativas ($P \geq 0.05$), este hecho determina que al momento de ser utilizado dos fuentes de lípidos en dietas de pollos de engorde no presentó efectos negativos sobre este indicador. Sin embargo, el tratamiento con una mejor media fue el correspondiente a 3150 kcal/kg EM con aceite de palma. Estos resultados concuerdan con los de Nsa et al. 2020, quienes reportaron que los pollos que consumieron aceite de palma incrementaron el consumo de alimento debido a la digestibilidad y así mismo se encontró un aumento en la capacidad digestiva según incrementa la edad de las aves.

Las aves tienen la habilidad utilizar la grasa suplementas en las dietas, en la cual dicha digestibilidad mejora con la edad. Sin embargo, tienden a ocurrir mayores efectos en las en aves adultas al momento que ingieren grasas saturadas como los son las grasas animales y en muchos casos estos efectos son mínimos cuando se utilizan fuentes de lípidos con alto nivel de insaturación como es el caso de la mayoría de los aceites vegetales (Saleh EA et al. 2004).

Por otro lado, la conversión alimenticia (CON) no indicó diferencias significativas ($P \geq 0.05$) siendo el tratamiento 3100 kcal/kg EM con aceite de palma el de mayor media. De manera similar, Saleh EA et al. (2004) indicaron que la conversión alimenticia hasta los 21 días presentó una mejora significativa a medida que aumenta la densidad de nutrientes. Cuando se presenta un menor consumo de alimento en los pollos de engorde y menor eficiencia en la utilización del alimento, esto conlleva a obtener un aumento en la tasa de conversión alimenticia y posteriormente, un mayor costo de alimento por kilogramo, así muestran los estudios realizados por (Maphosa et al. 2003)

El Cuadro 7 muestra el efecto de la interacción de niveles de energía metabolizable y fuentes de ácidos grasos saturados en el desempeño productivo de pollos de engorde (0-35 días). No se encontró diferencias entre los tratamientos, lípidos, energía metabolizable (EM)

y la interacción de lípidos x energía metabolizable (EM) en los indicadores: consumo alimenticio (CA), conversión alimenticia (CON) y viabilidad (%).

Cuadro 7

Efecto de la interacción de niveles de energía y fuente de ácidos grasos en el desempeño de pollos de engorde (0-35 días)

Tratamiento	Indicadores		
	CA(g)	CON	Viabilidad (%)
T1	3258.67	1.53	98.95
T2	3295.02	1.50	98.94
T3	3246.79	1.52	100.00
T4	3294.14	1.49	99.17
T5	3277.07	1.50	97.88
T6	3310.53	1.51	98.53
EE±	24.907	0.009	0.333
<i>Lípidos</i>			
APA	3260.840	1.516	98.943
MC	3299.894	1.497	98.881
EE±	3.127	0.187	0.349
<i>EM</i>			
Baja	3270.464	1.499	99.584
Media	3276.842	1.506	98.945
Alta	3293.795	1.514	98.208
EE±	2.447	0.046	0.273
<i>Valor de P</i>			
Tratamientos	0.984	0.873	0.638
Lípidos	0.489	0.344	0.929
EM	0.939	0.826	0.290
Lípidos x EM	0.994	0.804	0.685

Nota. a, b, c Medias con letras diferencias en la misma columna difieren a $P \leq 0.05$. CA: consumo Acumulado; CON: conversión alimenticia.

APA: aceite de palma africana; MC: manteca de cerdos. EM: energía metabolizable. P: Probabilidad EE±: Error estándar

La energía a lo largo de los años en las aves ha sido uno de los nutrientes con mayor influencia para poder mejorar la productividad. Se sabe que cuando las aves reciben dietas bajas en energía metabolizable, su crecimiento es menor a pesar de que son capaces de compensar la energía faltante al aumentar su consumo de alimento hasta un 30%, con respecto a los animales que son alimentados con dietas que contienen altos niveles de energía metabolizable. En este sentido, Jansen et al. (2015),

concluyeron que la manteca de cerdo tiene un alto contenido de lisolecitinas que en niveles adecuados mejoran la energía metabolizable digestible, la retención de nitrógeno y la digestibilidad de los otros componentes de la ración, como ocurrió en el T6 en el cual se usó un promedio de energía de 2083 kcal/kg de energía metabolizable (EM).

Según Leeson et al. (2001), existe una variedad de estudios que demuestran que el desempeño productivo de pollos es mejor cuando las dietas son altas en densidad de nutrientes. Cuando las aves presentan mayor edad, la capacidad funcional del páncreas es mucho mayor, por ende, también va a aumentar la actividad biliar y la mayor producción de proteína ligante de ácido grasos lo que permite al ave digerir y absorber de mejor manera los ácidos grasos principalmente de cadena larga (Katongole 1978). Por lo otro lado, es conocido que los animales comen para poder satisfacer sus necesidades energéticas en primer lugar, similar a este estudio que las aves incrementaron el consumo de alimento para satisfacer sus necesidades energéticas. Según Banser et al. (2000), la baja ingesta de los pollos en ocasiones es debido a problemas de palatabilidad. Sin embargo, se sabe que las dietas ricas en ácidos grasos saturados se digieren y se suelen absorber mal en comparación a las que contiene altas concentraciones de ácidos grasos insaturados. La manteca de cerdo tiene altas concentraciones de ácidos grasos saturados de cadena larga. Según el estudio de Smulikowska (1998), informaron que la solubilización y absorción de los ácidos grasos saturados se ve afectada negativamente por una deficiencia de sales biliares a diferencia de ácidos grasos insaturados. Se demostró que el uso de lípidos en la alimentación de aves reduce el incremento calórico y la producción de calor, mejorando así la eficiencia al utilizar la energía con fines productivos lo que favorece la conversión alimenticia (Cerrate et al. 2019).

El Cuadro 8 muestra el efecto de la inclusión de distintos niveles de energía metabolizable y fuentes lipídicas en el rendimiento de las partes comestibles de pollos de engorde (36 días). Los indicadores evaluados fueron: pierna, pechuga, hígado, grasa abdominal, piel de pierna y piel de pechuga. No se observó una diferencia significativa en lo que respecta a los tratamientos

experimentales, fuentes lipídicas, niveles acumulados de energía metabolizable que fueron utilizados por cada tratamiento. En la interacción de lípidos x energía metabolizable (EM), se observó diferencia ($P \leq 0.05$) en el porcentaje de la pechuga, en el cual el aceite de palma con bajo nivel de energía en la dieta obtuvo el mejor resultado.

Cuadro 8

Efecto de niveles de inclusión de aceite de palma y manteca de cerdo como fuentes lipídicas en el peso relativo de las porciones comestibles de pollos de engorde (36 días)

Tratamientos	Características de la canal (%)						
	Canal	Pierna	Pechuga	Hígado	Grasa Abdominal	Piel Pierna	Piel Pechuga
T1	68.24	14.95	27.84	2.00	1.08	1.29	2.12
T2	67.23	14.85	32.22	2.06	1.11	1.19	2.50
T3	69.16	14.19	31.31	1.95	1.22	1.29	2.31
T4	68.47	14.74	31.46	2.10	1.07	1.15	2.58
T5	68.86	14.99	29.77	2.05	1.32	1.32	2.63
T6	68.44	14.92	30.27	2.03	1.05	1.34	2.31
EE±	0.285	0.655	0.486	0.028	0.039	0.030	0.063
<i>Lípidos</i>							
APA	68.212	14.662	30.457	2.003	1.136	1.254	2.312
MC	68.590	14.884	30.500	2.058	1.149	1.270	2.507
EE±	0.318	0.225	0.406	0.100	0.117	0.103	0.147
<i>EM</i>							
Baja	67.049	14.923	30.944	2.053	1.215	1.256	2.567
Media	68.355	14.842	29.652	2.051	1.077	1.219	2.350
Alta	68.799	14.554	30.791	1.987	1.137	1.311	2.313
EE±	0.249	0.176	0.318	0.078	0.091	0.080	0.115
Valor de P							
Tratamientos	0.555	0.639	0.111	0.715	0.306	0.410	0.173
Lípidos	0.631	0.497	0.965	0.367	0.885	0.822	0.125
EM	0.445	0.597	0.466	0.580	0.368	0.464	0.213
Lípidos x EM	0.354	0.393	0.030	0.618	0.138	0.180	0.301

Nota. a, b, c Medias con letras diferencias en la misma columna difieren a $P \leq 0.05$. APA: aceite de palma africana; MC: manteca de cerdos.

EM: energía metabolizable. P: Probabilidad EE±: Error estándar

De acuerdo con Hussein et al. (2020), la fuente lipídica si puede influir directamente en el rendimiento de la canal, demostrando que al incorporar en una dieta para pollos de engorde una

fuentes lipídicas con una baja concentración de energía metabolizable, el rendimiento en la canal tendrá un mayor peso, a diferencia de las otras dietas con cantidad más elevada de energía metabolizable.

Uno de los lípidos utilizados (manteca de cerdo), demostró un mejor aprovechamiento de C18:0, ya que este cuenta con un alto contenido de energía sumado a su aporte de ácidos grasos saturados y principalmente de ácido esteárico. Solà-Oriol (2020) nos indica que el C18:0 que se encuentra en la manteca de cerdo tiene menor poder aterogénico que el C16:0 que es el ácido graso mayoritario en el aceite de palma y tiene un aporte menor de energía metabolizable.

La única diferencia significativa observada en las características de la canal se obtuvo con la interacción de lípidos x energía metabolizable en la pechuga de pollo. El aceite de palma con un nivel bajo de energía demostró ser más eficiente al momento de obtener una porción más magra y con menor porcentaje de grasa. Estos resultados concuerdan con lo mencionado por González-Esquerri y Leeson (2001), ya que el mayor contenido de grasa de la canal está relacionado con un mayor consumo de energía. De igual forma, la inclusión de grasas saturadas como la manteca de cerdo en la dieta aumentan más el contenido de grasa corporal en comparación a las grasas como el aceite (Marcelino 2002).

El hígado cumple una función determinante en las especies avícolas, debido a que se encarga de la síntesis de ácidos grasos funciones metabólicas en el organismo. Los valores más altos se obtuvieron en las aves que fueron alimentadas con manteca de cerdo. En un estudio realizado por Ferreyros Quiñones y Granda Domínguez (2020), reportaron que el aceite de palma cuando es utilizado con una concentración alta de energía metabolizable incrementa el peso relativo del hígado, sobre todo por la mayor actividad hepática para metabolizar los ácidos grasos saturados como el C16:0, que es el ácido graso mayoritario en esta fuente lipídica, a diferencia de nuestro estudio que demuestra que la manteca de cerdo con baja concentración de EM, el C:18:0 que está presente en la manteca de cerdo será más aprovechada por los pollos de engorde. Por otro lado Hu YD. et al. (2018) reportaron un incremento en el peso del hígado en dietas que contienen grasa animal, en este mismo

ámbito Hussein et al. (2020), reportaron un incremento en el peso relativo del hígado con la inclusión de dietas bajas en energía metabolizable, de igual manera como lo demuestra nuestro experimento.

Conclusiones

La utilización de manteca de cerdo en dietas con bajo nivel de energía metabolizable (2925, 2975 y 3050 kcal/kg) mejoró los parámetros productivos de los pollos de engorde durante todo el ciclo experimental.

La interacción de niveles de energía metabolizable y fuentes de ácidos grasos saturados (aceite de palma x EM) tuvo efecto en las porciones comestibles de pollos de engorde.

Recomendaciones

Utilizar la manteca de cerdo como alternativa energética en dietas con bajo contenido de energía metabolizable para pollos de engorde.

Evaluar la interacción de diferentes fuentes lipídicas y niveles de energía metabolizable en el desempeño productivo, digestibilidad de los nutrientes, composición química de la pechuga y lípidos sanguíneos en diferentes líneas genéticas de pollos de engorde.

Determinar la relación costo-beneficio del empleo de diferentes fuentes lipídicas en las dietas de pollos de engorde.

Referencias

- Baião NC, Lara LJC. 2005. Oil and fat in broiler nutrition. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 7(3):129–141. doi:10.1590/S1516-635X2005000300001.
- Banser JT, Fomunyan RT, Pone DK, Fai EN, Panigrahi S. 2000. Effect of meals of sweet potato and cassava varieties formulated with soya meal or cottonseed meal on broiler production. *Journal of Food Technology in Africa*. 5(4). doi:10.4314/jfta.v5i4.19265.
- Barros A. JL. 2000. Efecto de niveles altos de energia y proteina en dietas pre-inicio, durante los primeros siete dias de vida de pollos de engorde. Honduras: Zamorano: Escuela Agricola Panamericana, CPA. <http://hdl.handle.net/11036/5130>.
- Birsoy K, Festuccia WT, Laplante M. 2013. A comparative perspective on lipid storage in animals. *J Cell Sci*. 126(Pt 7):1541–1552. eng. doi:10.1242/jcs.104992.
- Brickett KE, Dahiya JP, Classen HL, Gomis S. 2007. Influence of dietary nutrient density, feed form, and lighting on growth and meat yield of broiler chickens. *Poult Sci*. 86(10):2172–2181. eng. doi:10.1093/ps/86.10.2172.
- Cerrate S, Ekmay R, England JA, Coon C. 2019. Predicting nutrient digestibility and energy value for broilers. *Poult Sci*. 98(9):3994–4007. eng. doi:10.3382/ps/pez142.
- Cerrate S, Waldroup P. 2009. Maximum profit feed formulation of broilers: 1. Development of a feeding program model to predict profitability using non linear programming. *CABI*. 8(205-215). <http://www.pjbs.org/ijps/fin1396.pdf>.
- Chávez Yance ME. 2004. Efecto de la reducción de la densidad energética sobre el comportamiento productivo final de pollos de carne alimentados con una dieta de pre inicio en la primera semana. Lima (Peru): Universidad Nacional Agraria La Molina. <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=tesispe.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=008284>.
- Ferreiros Quiñones A, Granda Dominguez SA. 2020. Efecto de fuentes lipídicas y salvado de trigo en los indicadores biológicos de pollos de engorde [Tesis]. Honduras: Escuela Agricola Panamericana, Zamorano, Ciencia y Produccion Agropecuaria. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6876/1/CPA-2020-T050.pdf>.
- 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.
- González-Esquerria R, Leeson S. 2001. Alternatives for enrichment of eggs and chicken meat with omega-3 fatty acids. *Can. J. Anim. Sci*. 81(3):295–305. doi:10.4141/A00-092.
- Guerreiro Neto AC, Pezzato AC, Sartori JR, Mori C, Cruz VC, Fascina VB, Pinheiro DF, La Madeira, Gonçalves JC. 2011. Emulsifier in broiler diets containing different fat sources. *Poult Sci*. 13(2):119–125. doi:10.1590/S1516-635X2011000200006.
- Havenstein GB, Ferket PR, Qureshi MA. 2003. Growth, livability, and feed conversion of 1957 versus 2001 broilers when fed representative 1957 and 2001 broiler diets. *Poult Sci*. 82(10):1500–1508. eng. doi:10.1093/ps/82.10.1500.

- Hu YD, Lan D, Zhu Y, Pang HZ, Mu XP, Hu XF. 2018. Effect of diets with different energy and lipase levels on performance, digestibility and carcass trait in broilers. *Asian-Australas J Anim Sci.* 31(8):1275–1284. eng. doi:10.5713/ajas.17.0755.
- Hussein EOS, Suliman GM, Alowaimer AN, Ahmed SH, Abd El-Hack ME, Taha AE, Swelum AA. 2020. Growth, carcass characteristics, and meat quality of broilers fed a low-energy diet supplemented with a multienzyme preparation. *Poult Sci.* 99(4):1988–1994. eng. doi:10.1016/j.psj.2019.09.007.
- Jansen M, Nuyens F, Buyse J, Leleu S, van Campenhout L. 2015. Interaction between fat type and lysolecithin supplementation in broiler feeds. *Poult Sci.* 94(10):2506–2515. eng. doi:10.3382/ps/pev181.
- Katongole JBD. 1978. Fat utilization by chickens of different genetic backgrounds [Thesis]. Canada: University of British Columbia, Faculty of Land and Food Systems. <http://hdl.handle.net/2429/22176>.
- Leeson S, Summers JD, Caston LJ. 2001. Response of Layers to Low Nutrient Density Diets. *Journal of Applied Poultry Research.* 10(1):46–52. doi:10.1093/japr/10.1.46.
- Lubisco DS. 2007. Composição de ácidos graxos e livre escolha em dietas iniciais de frangos de corte [Tesis de maestria]. Porto Alegre, Brasil: Universidade Federal do Rio Grande do Sul., Faculdade de Agronomia; [consultado 07/06/21]. <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/17599/000717478.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Makkar HPS, Tran G, Heuzé V, Ankers P. 2014. State-of-the-art on use of insects as animal feed. *Animal Feed Science and Technology.* 197(38):1–33. doi:10.1016/j.anifeedsci.2014.07.008.
- Marcelino A. 2002. Factores que intervienen en el engrasamiento de la canal del pollo de engorde. <https://www.solla.com/sites/default/files/productos/secciones/adjuntos/Engrasamiento%20canal%20del%20pollo%20Sollanotas%20%20V2.pdf>.
- Mateos GG, Jiménez-Moreno E, Serrano MP, Lázaro RP. 2012. Poultry response to high levels of dietary fiber sources varying in physical and chemical characteristics. *Journal of Applied Poultry Research.* 21(1):156–174. doi:10.3382/japr.2011-00477.
- Moscoso C. 2019. Evaluar el uso de energy feed como fuente de energía en pollos de engorde durante la primera semana en granja bandido de la empresa imba en el municipio de Santivañez del Departamento de Cochabamba [Monografía Técnico Científico]. Cochabamba, Bolivia: Universidad Mayor Da Simon; [consultado 08/06/21]. <http://ddigital.umss.edu.bo/jspui/bitstream/123456789/20794/1/PEREZ%20MOSCOSO%20CLAUDIA%20ANDREA.pdf>.
- Noblet J. 2013. Use of Net Energy vs Metabolizable Energy in Swine and Poultry. Francia: French National Institute for Agriculture, Food, and Environment; [consultado 07/06/21]. https://www.researchgate.net/publication/282569770_Use_of_Net_Energy_vs_Metabolizable_Energy_in_Swine_and_Poultry.
- Nsa E, Ozung P, Archibong E, Eburu P. 2020. Comparative Evaluation of Palm Oil and Lard as Partial Replacement for Maize in Broiler Chicken Diets. *EC Veterinary Science.* 5(9):56–62. https://www.researchgate.net/publication/343981675_Comparative_Evaluation_of_Palm_Oil_and_Lard_as_Partial_Replacement_for_Maize_in_Broiler_Chicken_Diets.

- Orduña-Hernández HM, Salinas-Chavira J, Montañó-Gómez M. 2016. Efecto de la sustitución de grasa de fritura por aceite vegetal y concentración energética en dietas para la producción de pollos de engorde. *CienciaUAT*. 10(2):44–61. <https://www.redalyc.org/pdf/4419/441944752005.pdf>.
- Osorio JH, Flórez JD. 2011. Diferencias bioquímicas y fisiológicas en el metabolismo de lipoproteínas de aves comerciales. *Biosalud*; [consultado 07/06/21]. 10(1):88–98. [http://vip.ucaldas.edu.co/biosalud/downloads/Biosalud_10\(1\)Completa.pdf](http://vip.ucaldas.edu.co/biosalud/downloads/Biosalud_10(1)Completa.pdf).
- Rodriguez-Sanchez R, Tres A, Sala R, Garcés-Narro C, Guardiola F, Gasa J, Barroeta AC. 2019. Effects of dietary free fatty-acid content and saturation degree on lipid-class composition and fatty-acid digestibility along the gastrointestinal tract in broiler starter chickens. *Poult Sci*. 98(10):4929–4941. eng. doi:10.3382/ps/pez253.
- Saleh EA, Watkins SE, Waldroup AL, Waldroup PW. 2004. Effects of Dietary Nutrient Density on Performance and Carcass Quality of Male Broilers Grown for Further Processing. *International Journal of Poultry Science*; [consultado 07/06/21]. 3(1):1–10. <http://docsdrive.com/pdfs/ansinet/ijps/2004/1-10.pdf>.
- Smulikowska S. 1998. Relationship between the stage of digestive tract development in chicks and the effect of viscosity reducing enzymes on fat digestion. *Journal of Animal and Feed Sciences*; [consultado 08/06/21]. 7:125–134. <https://pdfs.semanticscholar.org/d445/06588a68e5fc3740776f3bebc25236d2a8e0.pdf>.
- Solà-Oriol D. 2020. Manteca de cerdo: Ficha técnica con el valor nutricional (comparación de tablas) y estudios más recientes sobre la manteca. [sin lugar]: 3tres3. https://www.3tres3.com/articulos/manteca-de-cerdo_44758/.
- Tancharoenrat P, Ravindran V, Zaefarian F, Ravindran G. 2014. Digestion of fat and fatty acids along the gastrointestinal tract of broiler chickens. *Poult Sci*. 93(2):371–379. eng. doi:10.3382/ps.2013-03344.
- Yegani M, Korver DR. 2008. Factors affecting intestinal health in poultry. *Poult Sci*. 87(10):2052–2063. eng. doi:10.3382/ps.2008-00091.