



# 3

Facultad de Ciencias Agropecuarias

ISSN L 2644-3856

Revista Investigaciones Agropecuarias

Volumen 2, N°2. pp. 31-48

Junio 2020 - Noviembre 2020

Panamá

Recepción: 31 de marzo de 2020

Aceptación: 17 de abril de 2020

## EFECTO DE LA FUENTE LIPÍDICA EN LA ALIMENTACIÓN DE POLLOS PARA CARNE EN ZONA DE TRÓPICO

Juan E. Moscoso Muñoz<sup>1\*</sup>; Carlos Tocre<sup>2</sup>; Mario Arjona<sup>2</sup>, Juan Olazabal<sup>3</sup>

<sup>1\*</sup> Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco. Facultad de Ciencias Agrarias. Perú

<sup>2</sup> Universidad de Panamá. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Zootecnia. Panamá

<sup>3</sup> Universidad Nacional Mayor de San Marcos Facultad de Medicina Veterinaria. Lima. Perú.



\*[juan.moscoso@unsaac.edu.pe](mailto:juan.moscoso@unsaac.edu.pe)  
[mario.arjona@up.ac.pa](mailto:mario.arjona@up.ac.pa)

[carlos.tocre@unsaac.edu.pe](mailto:carlos.tocre@unsaac.edu.pe)  
[jolazaball@unmsm.edu.pe](mailto:jolazaball@unmsm.edu.pe)

### RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo evaluar la utilización de diferentes fuentes lipídicas (aceite de soya, manteca de cerdo y aceite reciclado) en la dieta de pollos de carne, realizado en la zona de Trópico – Quillabamba – Cusco – Perú a 700 m. de altitud; Se utilizaron 120 pollos bb Cobb-500 machos de 1 día de edad, con una duración de 42 días. En la etapa de inicio la utilización de manteca de cerdo y aceite reciclado determinaron una mejor respuesta productiva, tanto para peso, ganancia de peso y conversión alimenticia, no habiéndose observado efecto sobre el consumo de alimento. En la etapa de crecimiento y ciclo completo, todas las fuentes evaluadas determinaron una reducción en el consumo de alimento y una mejora de la conversión alimenticia y para el caso del aceite de soya y harina integral de soya un mayor rendimiento de pechuga (%); la ganancia de peso y rendimiento de carcasa, no se vieron afectados por la utilización de lípidos en la dieta, habiéndose obtenido resultados semejantes a los logrados con el grupo control; la grasa abdominal (peso y porcentaje), fue mayor con aceite reciclado y manteca de cerdo. Se concluye que el uso de aceite de soya, aceite reciclado y manteca de cerdo determina respuestas productivas similares, con mayor efecto en la deposición de grasa abdominal.

**PALABRAS CLAVES:** Lípidos, incremento calórico, conversión alimenticia

---

EFFECT OF LIPID SOURCE ON THE FEED OF BROILERS CHICKENS IN THE TROPIC ZONE

---

**ABSTRACT**

The objective of the study was to evaluate the use of different sources of lipids (soybean oil, lard and recycled oil) in the diet of meat chickens, carried out in the Trópico - Quillabamba - Cusco - Peru at 700 m. of altitude; 120 bb Cobb-500 males, 1 day old, with a duration of 42 days, were used. In the initial stage, the use of lard and recycled oil determined a better productive response, both for weight, weight gain and feed conversion, with no effect on feed consumption being observed. In the growth stage and complete cycle, all the evaluated sources determined a reduction in feed intake and an improvement in feed conversion and, in the case of soybean oil and whole soybean meal, a higher breast yield (%); weight gain and carcass performance were not affected by the use of lipids in the diet, having obtained similar results to those achieved with the control group; abdominal fat (weight and percentage) was higher with recycled oil and lard. It is concluded that the use of soybean oil, recycled oil and lard determines similar productive responses, with greater effect in the deposition of abdominal fat.

**KEYWORDS:** Lipids, caloric increase, food conversion

## INTRODUCCIÓN

En la alimentación de pollos, la energía contribuye alrededor del 70% del total de los costos de la dieta, constituyendo el mayor componente del costo de alimentación y es probable que su costo se siga incrementando en el futuro (Noblet, 2013), por lo que su uso en un nivel adecuado permitirá optimizar el crecimiento, calidad de la carcasa y la eficiencia alimenticia (Saleh *et al.*, 2004; Lotfollahian y Hosseini, 2007); los requerimientos de energía han cambiado a lo largo de los años como consecuencia de los procesos de selección genética que ha permitido incrementar su eficiencia fisiológica, favoreciendo con ello que los pollos lleguen al mercado con mayores pesos y a edades más tempranas (Havenstein *et al.*, 2003), generando cambios en las necesidades nutricionales y capacidad de ingesta de alimentos, que se ve reflejado en la reducción de la conversión alimenticia, la que estaría relacionada a los menores requerimientos de mantenimiento, debido al rápido incremento en la relación de energía utilizada para crecimiento frente al empleado para mantenimiento (Zuidhof *et al.*, 2014). La optimización del balance de energía entre el consumo y su utilización es requerida para una eficiente y alta productividad (Classen, 2016) que permita un consumo adecuado de energía para cubrir sus necesidades de mantenimiento y producción, buscando maximizar la deposición de tejidos, reduciendo la acumulación de grasa (Girish *et al.*, 2013; Shadnawi, 2014).

Estas características sugieren el uso de insumos con alta concentración y eficiencia energética como es el caso de los lípidos, los cuales concentran hasta 2.25 veces más energía que los carbohidratos y proteínas (Birsoy *et al.*, 2013), adicionalmente la eficiencia de utilización de los lípidos es mayor frente a los carbohidratos y proteínas (Emmans, 1994; Pirogliev y Rose, 1999; Reid *et al.*, 1980), por lo que variaciones en la proporción de los mismos en las dietas afectará el uso de la energía metabolizable (De Groot, 1974; Jackson *et al.*, 1982; Atteh y Leeson, 1984). Las aves tienen la habilidad de utilizar la grasa suplementada en las dietas, la misma que mejora con la edad, apreciándose que el mayor efecto observado en aves adultas es con el consumo de grasas saturadas, con mínimos efectos con la utilización de fuentes de lípidos con alto nivel de insaturación como es el caso de los aceites (Saleh *et al.*, 2004).

Las grasas son ingredientes que comúnmente se utilizan para incrementar la energía, pero a su vez por sus efectos fisiológicos en el animal generan confusiones en estudios de energía; las grasas

proveen más beneficios nutricionales que pueden atribuirse a su energía metabolizable (Pesti y Smith, 1984), y a su efecto extra calórico que puede ser parcialmente atribuido a su bajo incremento calórico. Sin embargo para lograr estos beneficios, las grasas deben ser digeridas y absorbidas las cuales no son afectadas solamente por la fuente de lípido sino que también por la edad de los animales, los pollos jóvenes no utilizan las grasas con la misma eficiencia que los adultos, la que está relacionada con la longitud de la cadena del ácido graso y el nivel de saturación (Tancharoenrat *et al.*, 2013) y a la limitada capacidad fisiológica del tracto digestivo (Brickett *et al.*, 2007), la misma que es acentuada en las primeras dos semanas de vida, donde se producen cambios morfológicos, bioquímicos y moleculares (Yegani y Korver, 2008).

Adicionalmente a la densidad energética de las dietas y el porcentaje de grasa en la dieta, la fuente de grasa también afecta la deposición de grasa corporal; dietas que contienen aceite de girasol, determinan una menor deposición de grasa abdominal que aquellas dietas suplementadas con sebo o manteca (Sans *et al.*, 1999). Las materias grasas que se incorporan a la dieta de los animales pueden tener distinta procedencia y una composición muy variable. Algunas de ellas son coproductos o subproductos de la cadena alimentaria y presentan un contenido nada despreciable de sustancias perjudiciales como pueden ser, entre otras, los ácidos grasos trans (Wiseman, 1986).

La digestibilidad de los aceites y las grasas depende de los siguientes factores: la longitud de la cadena carbónica, el número de dobles enlaces, la presencia o ausencia de ester (triglicéridos o ácidos grasos libres), el régimen específico de las saturadas y ácidos grasos insaturados en la columna vertebral de glicerol, la composición de los ácidos grasos libres, la composición de la dieta, el tipo y la cantidad de triglicéridos en la dieta complementada, la flora intestinal, el sexo y la edad de las aves (Scott, 1982; Sklan, 1979).

Estudios realizados sobre la absorción de aceite de maíz y sebo en aves machos, muestran que la absorción de grasas fue inferior en las aves jóvenes. La capacidad de absorber el aceite de maíz aumentó de 84 a 95% de la primera a la segunda semana de edad y en la absorción de sebo se ve incrementada de 40 a 79%; estos resultados indican que los pollitos recién eclosionados no tienen plena capacidad fisiológica para absorber la grasa; no obstante, esta capacidad se desarrolla rápidamente después de los primeros días de vida (Green y Kellong, 1987).

Sklan (1979) y Sklan *et al.* (1996), estudiaron la digestión y absorción de grasas en las aves jóvenes (de 1 a 21 días) y han informado de que la verdadera digestibilidad de las grasas insaturadas en cuatro días de edad, las aves fueron superior a 85%, aumentando un poco en los días siguientes. Esto demuestra que la actividad de las lipasas y las sales biliares en el cuarto día de edad fueron suficientes para completar la digestión de la grasa (Green y Kellong, 1987), llevando a inferir que la digestibilidad de la grasa no es un factor limitante para el crecimiento de las aves jóvenes, sin embargo este efecto está determinado por el nivel y/o presencia de saturaciones en los ácidos grasos, ya que los pollos de engorde muestran alta digestibilidad de la grasa en la primera semana de vida y la inclusión de aceite en la dieta inicial promueve un mejor rendimiento de los pollos hasta 21 días de edad, sucediendo lo contrario con la inclusión de sebo u otras grasas saturadas de origen animal (Sanz *et al.*, 1999).

El aceite de freiduría, con un adecuado control y evaluación, puede constituir una alternativa en la alimentación de aves por su bajo costo, ya que es un residuo de cocina y por su alta disponibilidad que en la mayoría de los casos es desechada, constituyendo un problema de naturaleza ambiental, por otro lado, su elevada reutilización representa un problema en la salud de los consumidores. El inconveniente aparece cuando se reciclan grasas de freiduría excesivamente recalentadas, que producen la autooxidación de los ácidos grasos generando aumento del contenido en polímeros, monómeros cíclicos, hidroperóxidos y otros compuestos que no son digestibles (en ocasiones superiores al 20%) y que pueden resultar dañinos y tóxicos para el animal, además, los productos oxidados reducen la palatabilidad de la grasa original (Mateos *et al.*, 1996; Wiseman, 1986).

Bajo estas consideraciones en el estudio se evaluó diferentes fuentes de lípidos con diferente grado de saturación de sus ácidos grasos en la alimentación de aves como una alternativa para incrementar la energía de las dietas con baja producción de calor, necesaria en condiciones climáticas donde es frecuente el estrés por calor y donde existen recursos disponibles que no son adecuadamente aprovechados.

---

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El presente estudio se realizó en el fundo “Santa Victoria”, ubicado en el centro poblado de Cirialo en el Distrito de Echarate, Provincia de la Convención - Cusco - Perú, a una altura de 700 msnm. El clima es tropical, con temperatura promedio 23.6 °C y una precipitación promedio anual de 1195 mm.

### **Procedimiento experimental**

Se utilizaron 120 pollos machos de la línea Cobb 500, con un peso inicial promedio de 46.10 g  $\pm$  2.15 g, distribuidos en cuatro tratamientos con 3 repeticiones cada uno (1.5 m<sup>2</sup>/repetición), considerando 10 pollitos por repetición, bajo un sistema de crianza intensivo; tuvo una duración de 42 días (inicio, crecimiento).

Los tratamientos estuvieron conformados por tres fuentes de lípidos adicionados a las dietas y un grupo control. La formulación de las dietas experimentales se hizo según las recomendaciones de la NRC-1994 para cada etapa de crianza (inicio y crecimiento), manteniendo los niveles de proteína, energía y aminoácidos constantes, realizando el ajuste de los insumos en función al aporte energético de las fuentes de lípidos. Se realizó el análisis químico de las dietas de acuerdo con AOAC (1997), para determinar la proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda, ceniza y extracto libre de nitrógeno. La formulación de las dietas se hizo por programación lineal al mínimo costo.

**Tabla 1.** Dietas experimentales, base como ofrecido, %.

Insumo	Inicio				Crecimiento			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Maíz grano molido	57,54	58,76	57,66	58,95	58,03	60,25	61,05	63,67
Harina de Pescado Prime, 65%	3,33	5,00	3,50	5,00	-	-	0,88	4,00
Torta de soya	28,28	25,63	28,02	23,00	31,86	29,36	27,79	23,50
Harina integral de soya	-	-	-	9,50	-	-	6,04	-
Aceite reciclado	-	-	6,26	-	-	-	-	5,50
Aceite de soya	6,26	-	-	-	6,00	-	-	-
Manteca de cerdo	-	6,26	-	-	-	6,04	-	-
Carbonato de Calcio	1,246	1,222	1,244	1,350	1383	1386	1373	1,50
Fosfato dicálcico	1,469	1,253	1,448	-	1287	1315	1203	-
Fosfato monodicálcico	-	-	-	1,100	-	-	-	0,90
Sal	0,238	0,223	0,237	0,200	0,185	0,185	0,177	0,200
DL-Metionina	0,254	0,241	0,253	0,150	0,110	0,135	0,129	0,130
L-Lisina	0,187	0,169	0,185	0,150	0,005	0,084	0,080	0,100
Bicarbonato de sodio	0,442	0,493	0,447	0,150	0,397	0,490	0,523	0,200
Pigmentante	-	-	-	-	0,250	0,250	0,250	0,100
Aditivos	0,250	0,250	0,250	0,250	-	-	-	-
Premix	0,400	0,400	0,400	0,100	0,400	0,400	0,400	0,100
Colina	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100

Aditivos: Fungicida, secuestrante de micotoxinas, coccidiostato; Premix: Pre mezcla de vitaminas+minerales. T1: aceite de soya; T2: Manteca de cerdo; T3: Aceite reciclado; T4: dieta basal (control).

**Tabla 2.** Contenido nutricional de las dietas experimentales.

Nutriente	Inicio				Crecimiento			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Materia Seca, %	90,33	90,27	90,33	90,52	90,33	90,33	90,30	89,95
Proteína, %	20,10	20,00	20,32	22,49	19,19	18,38	18,32	20,83
Extracto Etereo, %	8,91	9,08	8,93	4,72	8,40	8,51	8,60	4,06
Fibra Cruda, %	3,26	3,11	3,25	3,18	3,51	3,38	3,29	3,09
Energía Metabolizable, Mcal/kg	3,20	3,20	3,20	3,09	3,20	3,20	3,20	3,05
Lisina, %	1,21	1,21	1,21	1,39	1,00	1,00	1,00	1,23
Arginina, %	1,30	1,28	1,30	1,39	1,29	1,22	1,21	1,27
Metionina, %	0,61	0,61	0,61	0,55	0,42	0,44	0,44	0,50
Metionina – Cistina, %	0,90	0,90	0,90	0,87	0,72	0,72	0,72	0,80
Triptófano, %	0,29	0,28	0,29	0,11	0,29	0,27	0,27	0,11
Treonina, %	0,80	0,81	0,80	0,36	0,77	0,74	0,74	0,37
Fósforo disponible, %	0,45	0,45	0,45	0,50	0,35	0,35	0,35	0,43
Calcio, %	1,00	1,00	1,00	0,99	0,90	0,90	0,90	0,95

T1: aceite de soya; T2: Manteca de cerdo; T3: Aceite reciclado; T4: dieta basal (control).

## **Evaluaciones**

Las variables evaluadas fueron:

- **Peso Vivo:** El pesaje de los animales se realizó a la finalización de cada una de las etapas de crianza (inicio y crecimiento), para ello se cortó el suministro de alimento 8 horas antes de realizar esta actividad.
- **Ganancia de peso:** Se consideró la evaluación de la ganancia de peso en la etapa de inicio, (1 a 21 días), crecimiento (21 a 42 días) y total (1 a 42 días).
- **Consumo de alimento:** La evaluación del consumo se hizo en forma diaria para cada etapa de crianza (inicio, crecimiento y total).
- **Conversión alimenticia:** La conversión alimenticia se evaluó estableciendo la relación entre el consumo de alimento y la ganancia de peso observada en los diferentes tratamientos para cada una de las etapas de evaluación y para el ciclo completo.
- **Evaluación del rendimiento y calidad de la carcasa:** Se realizó la evaluación del rendimiento de carcasa, pechuga y grasa abdominal, tomando en consideración los siguientes criterios:
  - a) **Rendimiento de carcasa y pechuga:** Se evaluó a los 42 días de crianza, utilizando para ello 20 pollos por tratamiento, considerando la carcasa al pollo beneficiado, desangrado, sin plumas, eviscerado, sin patas ni cabeza. La pechuga fue considerada con la piel y el hueso.
  - b) **Grasa abdominal:** Se determinó retirando el contenido graso de la región abdominal y expresándola como porcentaje de la carcasa, para cada uno de los tratamientos en estudio.

## **Análisis estadístico**

En el presente estudio se planteó un diseño Completo al Azar (4 X 3), bajo un modelo fijo. Este diseño experimental (DCA) se aplicó para todas las variables respuesta como: Peso vivo, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, rendimiento de carcasa, pechuga y grasa abdominal. Las diferencias entre el promedio de los tratamientos fueron determinados usando la comparación de Tukey con una probabilidad del 5%; para ello se utilizó el paquete estadístico SAS/STAT® 9.2 (SAS Institute Inc., 2009).

---

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Respuesta productiva

Los parámetros productivos se presentan en la Tabla 3. Al análisis de los resultados, se aprecia que existe efecto de las fuentes de lípidos empleadas sobre el peso y ganancia de peso a los 21 días de edad ( $p < 0.05$ ), habiéndose logrado las mejores respuestas con los pollos que recibieron manteca de cerdo en su alimentación ( $q < 0,05$ ), lo que estaría determinado por las características estructurales que presenta la manteca de cerdos, puesto que ha sido demostrado que la presencia de ácido palmítico en la posición 2 del triglicérido determina una mayor eficiencia de absorción y por consiguiente una mayor utilización metabólica del mismo (Atten, 1983; Krogdahl y Sell, 1989).

Sin embargo, no se aprecia efecto de las fuentes de lípidos para el peso y ganancia de peso en la etapa de crecimiento y ciclo completo ( $p > 0.05$ ), este hecho determinaría que la utilización de diferentes fuentes de lípidos en la alimentación de pollos no tuvo mayores efectos negativos sobre esta variable, la que podría ser atribuida al incremento en la capacidad digestiva, a esta edad de las aves para poder digerir lípidos (Saleh *et al.*, 2004), la misma que se ve favorecida por las mayores secreciones biliares y el incremento en la capacidad de reciclaje de sales biliares por las aves con el incremento en la edad de estas (Atteh y Leeson, 1985; Jin *et al.*, 1998; Lewis, 1989; Scott, 1982). De otro lado a mayor edad de las aves, la capacidad funcional del páncreas es mayor, así como la actividad biliar y la mayor producción de proteína ligante de ácidos grasos lo que permite digerir y absorber de mejor manera los ácidos grasos principalmente de cadena larga (Katongole y March 1979).

**Tabla 3.** Efecto de la fuente de lípido sobre la respuesta productiva de los pollos.

Item	Fuente de lípido					CV, %	Valor - p
	AS	MC	AR	Basal	EE		
Etapa de inicio							
Peso inicial, g/pollo	46.13a	45.57a	47.23b	45.3a	0.20	4.67	0.002
Peso 21 días, g/pollo	869.3a	951.7b	923.1b	879.2a	8.97	10.28	0.002
Ganancia de peso, g/pollo	823.3a	906.3c	874.7b	834.0a	10.8	1.88	0.001
Consumo de alimento, g/pollo	1201.3a	1215.3a	1196.3 <sup>a</sup>	1216.3a	4.35	1.17	0.282
Conversión alimenticia	1.38b	1.28a	1.30 <sup>a</sup>	1.38b	0.02	1.67	0.001
Etapa de crecimiento, 21 - 42 días							
Peso 42 días, g/pollo	2786a	2895a	2804 <sup>a</sup>	2855a	21.5	8.01	0.208
Ganancia de peso, g/pollo	1916.7a	1940.7a	1889.7 <sup>a</sup>	1976.3a	21.5	4.1	0.606
Consumo de alimento, g/pollo	3100.0a	3150.0a	3010.0a	3570.0b	69.1	2.93	0.001
Conversión alimenticia	1.11a	1.09a	1.07 <sup>a</sup>	1.25b	0.02	3.18	0.001
Ciclo completo, 1 - 42 días							
Ganancia de peso total, g/pollo	2740.0a	2846.3a	2764.3 <sup>a</sup>	2810.0a	21.6	2.58	0.340
Consumo de alimento, g/pollo	4310.0a	4370.0a	4210.0a	4790.0b	71.0	2.13	0.001
Conversión alimenticia	1.55a	1.51a	1.50 <sup>a</sup>	1.68b	0.02	2.74	0.003

AS: Aceite de soya; MC: Manteca de cerdo; AR: Aceite reciclado; Basal: dieta basal (control); EE: Error estándar; CV: Coeficiente de variabilidad.

La respuesta en el consumo fue diferenciada, ya que en la etapa de inicio no hubo influencia de la fuente de lípido sobre la misma ( $p=0.282$ ), este hecho estaría determinado por que se mantuvo constante los niveles de energía metabolizable (en todo los casos), ya que la variación de la densidad energética del alimento es el principal factor que influye sobre el consumo de alimento en aves, por su habilidad para controlar el consumo de energía (Fox, 1987; Leeson *et al.*, 1996), siendo mayor esta con la menor densidad energética y de manera inversa con la mayor densidad energética (D'Mello y Lewis, 1970; Hurwitz, 1977; Saleh *et al.*, 2004; Waldroup, 1976). En tanto que en la etapa de crecimiento y consumo total, las fuentes de lípido incluyeron sobre el consumo ( $p<0,01$ ), siendo mayor en el tratamiento T4 (soya integral) frente a los otros tratamientos ( $q<0,05$ ), lo que estaría determinado por nivel energético de esta dieta, que es menor al de los otros tratamientos, determinando esto el mayor consumo para compensar la demanda energética de estos animales, (Fox, 1987; Hurwitz, 1977; Leeson *et al.*, 1996; NRC, 1994), coincidiendo con lo reportado por Waldroup (1976), Pesti (1982), Pesti y Fletcher (1983), Saleh *et al.*(2004) quienes también encontraron efecto de la variación de la densidad energética sobre el consumo.

En términos generales, la conversión alimenticia es mejor en las dietas con la inclusión de aceites reciclado y manteca de cerdo en la etapa de inicio ( $p < 0.001$ ) y para la etapa de crecimiento y total los valores son mejores con el aceite de soya, aceite reciclado y manteca de cerdo frente a la dieta control ( $p < 0.01$ ). Lo que estaría determinado por la mayor eficiencia de uso de los ácidos grasos tanto en la manteca de cerdo y los aceites, debido a la mayor presencia de ácido palmítico en la posición 2 del triglicérido y la mejor relación ácidos grasos insaturados a saturados de la manteca (Lewis, 1989; Sklan, 1979; Sklan *et al.*, 1996) y a la mayor presencia de ácidos grasos libres con alta digestibilidad del aceite reciclado y menor proporción de ácidos grasos saturados en el aceite de soya (Lewis, 1989; Wiseman, 1986; Wiseman y Salvador 1991), que sería crítico sobre todo en la etapa de inicio donde los pollos tienen limitaciones para la ingestión de lípidos en concentraciones elevadas en la dieta (Tancharoenrat *et al.*, 2013; Sklan, 1979; Sklan *et al.*, 1996; Yegani y Korver, 2008). De otro lado está demostrado que el uso de lípidos en la alimentación de aves reduce el incremento calórico y producción de calor, mejorando con ello la eficiencia de utilización de la energía con fines productivos, favoreciendo con ello la mejora en la conversión alimenticia (Cerrate-Fernandez *et al.*, 2019; Noblet *et al.*, 1999; Rivera-Torres *et al.*, 2011), en comparación a las dietas con elevados niveles de proteína que determinan una mayor producción de calor (Gous, 2010; Rezaei *et al.*, 2004).

### **Rendimiento de carcasa y grasa abdominal**

Tanto el peso de carcasa y porcentaje de la misma, no se vieron influenciados por el uso de los lípidos dietarios ( $p > 0,05$ ), lo que implicaría que la utilización de lípidos puros no afecta el rendimiento de carcasa; este hecho estaría determinado por que la mejora en el rendimiento de carcasa es una función de las variaciones en los niveles dietarios de aminoácidos (lisina y metionina, principalmente) y a la manipulación y/o aplicación de la proteína ideal (Baker y Han, 1994; D'Mello 1994; Leclercq, 1998; Rostagno *et al.*, 2003), las mismas que fueron mantenidas constantes en el presente estudio, con excepción del tratamiento T4 en el que el aminograma fue diferente con mayores niveles de proteína.

**Tabla 4.** Efecto de la fuente de lípido sobre el rendimiento de carcasa y grasa abdominal.

Tratamiento	Lípido	Peso vivo, g/pollo	Peso carcasa, g/pollo	% carcasa	Peso pechuga, g	% pechuga	Grasa abdominal, g/pollo	% grasa abdominal
T1	AS	2786 <sup>a</sup>	2,276 <sup>a</sup>	81,75 <sup>a</sup>	806,0 <sup>a</sup>	35,41 <sup>b</sup>	48.33 <sup>a</sup>	1.74 <sup>a</sup>
T2	MC	2899 <sup>a</sup>	2,324 <sup>a</sup>	80,40 <sup>a</sup>	752,0 <sup>a</sup>	32,35 <sup>a</sup>	62.00 <sup>ab</sup>	2.15 <sup>ab</sup>
T3	AR	2794 <sup>a</sup>	2,345 <sup>a</sup>	83,39 <sup>a</sup>	766.7 <sup>a</sup>	32,71 <sup>a</sup>	72.67 <sup>b</sup>	2.59 <sup>b</sup>
T4	Basal	2863 <sup>a</sup>	2,279 <sup>a</sup>	79,84 <sup>a</sup>	778,0 <sup>a</sup>	34,14 <sup>b</sup>	57.00 <sup>a</sup>	2.00 <sup>ab</sup>
EE		21.5	14.3	0.64	8.52	0.45	2.98	0.11
CV, %		2.53	1.63	2.47	3.18	3.34	9.23	11.49
Valor - p		0.345	0.141	0.216	0.127	0.036	0.004	0.016

AS: Aceite de soya; MC: Manteca de cerdo; AR: Aceite reciclado; Basal: dieta basal (control).

El peso de pechuga fue similar entre tratamientos ( $p=0.127$ ), sin embargo, cuando este es expresado en términos de porcentaje de la carcasa, se observa un mayor rendimiento con el uso de aceite de soya y dieta basal ( $p<0,05$ ). Este hecho podría estar determinado, para el primer caso, por el mayor nivel de proteína en la etapa de crecimiento y para el segundo caso adicionalmente el mayor nivel de lisina dietario empleado (Baker y Han, 1994; D'Mello, 1994; Leclercq, 1998; Rezaei *et al.*, 2004; Rostagno *et al.*, 2003; Schutte, 1989) lo que habría permitido lograr una mejor relación de aminoácidos a energía (Saleh *et al.*, 2004) con la consiguiente mejora del rendimiento de pechuga.

El rendimiento de grasa abdominal (peso y porcentaje) fue diferenciado, siendo mayor en las dietas con manteca de cerdo y aceite reciclado (peso) y adicionalmente la dieta basal cuando esta es expresada como porcentaje ( $p<0.01$ ), lo que estaría determinado por la mayor presencia de ácidos grasos saturados en las mencionadas dietas que determinan una mayor deposición de grasa abdominal, explicado por la diferencias metabólicas en el uso de los ácidos grasos (Sanz *et al.*, 2000; Sanz *et al.*, 1999), puesto que dietas con elevados niveles de ácidos grasos poli insaturados son oxidados como fuente de energía más rápidamente que los ácidos grasos de cadena larga saturados (Watkins *et al.*, 1982), así mismo inhiben la síntesis de lípidos e inducen la termogénesis (Takeuchi *et al.*, 1995) efecto que podría explicar el por qué los ácidos grasos poli insaturados reducen la grasa abdominal cuando son comparados con grasas saturadas y mono insaturadas

(Crespo y Esteve-García, 2001), los niveles de reducción observados varían entre un 9 a 30% para la grasa subcutánea y abdominal respectivamente (Wang *et al.*, 2017). Este hecho estaría mostrando adicionalmente la controversia que existe respecto a la influencia de la energía en la composición de la carcasa y su calidad, ya que el solo hecho de mantener la relación energía: proteína, constante no es suficiente para mantener constante y/o sin cambios el nivel de grasa corporal en las aves (Saleh *et al.*, 2004).

## CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio sugieren que el uso de manteca de cerdo y aceite de soya determinan una mejor respuesta productiva (manteca de cerdo) y una menor deposición de grasa abdominal (aceite de soya) en los pollos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Atteh, J. y Leeson, S. (1984). Effects of dietary saturated or unsaturated fatty acids and calcium levels on performance and mineral metabolism of broiler chickens. *International Poultry of Poultry Science*, 62, 2412 – 2419.
- Atteh, J. y Leeson, S. (1985). Influence of age, dietary cholic acid and calcium levels on performance, utilization of free fatty acids and bone mineralization in broilers. *International Poultry of Poultry Science*, 64, 1959 – 1971.
- Baker, D. y Han, Y. (1994). Ideal amino acid profile for chicks during the first three-week post hatching. *International Poultry of Poultry Science*, 73, 1441 – 1447.
- Birsoy, K., Festuccia, W. y Laplante, M. (2013). A comparative perspective on lipid storage in animals. *Journal of Cell Science*, 126, 1541-1552; doi: 10.1242/jcs.104992.

- Brickett, K., Dahiya, J., Classen, H. y Gomis, S. (2007). Influence of dietary nutrient density, feed form, and lighting on growth and meat yield of broiler chickens. *International Poultry of Poultry Science*, 86, 2172-2181.
- Cerrate-Fernandez, S., Ekmay, R., England, J.A. y Coon, C. (2019). Predicting nutrient digestibility and energy value broilers. *International Poultry of Poultry Science*, 0,1-14.
- Classen, H. (2016). Diet energy and feed intake in chickens. *Animal Feed Science and Technology*.
- Crespo, N. y Esteve-Garcia, E. (2001). Dietary fatty acid profile modifies abdominal fat deposition in broiler chickens. *International Poultry of Poultry Science*, 80, 71-78.
- De Groote, G. (1974). A comparison of a new net energy system with the metabolizable energy system in broiler diet formulation, performance and profitability. *British Poultry Science*. 15, 75 – 95.
- D'Mello T. y Lewis, D. (1970). Amino acid interactions in chick nutrition. Interdependence in amino acid requirements. *Brit. Poultry Science* 11, 367 – 385.
- D'Mello, T. (1994). Amino Acids in Farm Animal Nutrition. The Scottish Agricultural College, Edinburgh, UK. CAB International.
- Emmans, G. (1994). Effective energy: a concept of energy utilization applied across species. *British Journal of Nutrition* 71, 801-821.
- Fox, G. (1987). Predicting Feed Intake of Food-Producing Animals. Subcommittee on Animal Nutrition Board on Agriculture. National Research Council. National Academy Press. Washington D.C. USA.
- Girish, C., Rama Rao, S. y Payne, R. (2013). Effect of reducing dietary energy and protein on growth performance and carcass traits of broilers. Energy and protein metabolism and nutrition in sustainable animal production. 4th International Symposium on Energy and Protein Metabolism and Nutrition. Sacramento, California, USA.
- Gous, R. (2010). An effective alternative to the metabolizable energy system. *Aust. Poultry Science Symposium* p 36-43.

- Green, J. y Kellong, T. (1987). Bile acid concentrations in serum, bile, jejuna contents and excreta of male broiler chicks during the first six weeks posthatch. *International Poultry of Poultry Science*, 66, 535 – 540.
- Havenstein, G., Ferket, P. y Qureshi, M. (2003). Growth, Livability, and Feed Conversion of 1957 Versus 2001 Broilers When Fed Representative 1957 and 2001 Broiler Diets. *International Poultry of Poultry Science* 82, 1500–1508.
- Hurwitz, S., (1977). New Formal Approaches to the Determination of Energy and Amino Acid Requirements of Chicks. Institute of Animal Science, Agricultural Research Organization, The Volcani Center, Bet Dagan, and Faculty of Agriculture, The Hebrew University of Jerusalem, Rebovot, Israel. Pages 197 – 205.
- Jackson, S., Summers J. y Leeson, S. (1982). Effect of dietary protein and energy on broiler carcass composition and efficiency of nutrient utilization. *International Poultry of Poultry Science*, 61, 2224-2231. USA.
- Jin, S., Corless, A. y Sell, J.L. (1998). Digestive system development in post – hatch poultry. *World Poultry Science Journals*, 54, 335 – 345.
- Katongole, J. y March, B. (1979). Fatty acid binding protein in the intestine of the chicken. *International Poultry of Poultry Science*, 58, 372 – 375.
- Krogdahl, A. y Sell, J. (1989). Influence of age on lipase, amylase and protease activities in pancreatic tissue and intestinal contents of young chicks. *International Poultry of Poultry Science*. 68, 1506 – 1512.
- Leeson, S., Caston, L. y Summers, D. (1996). Broiler response to diet energy. *International Poultry of Poultry Science*, 75, 529 – 535.
- Leclercq, B., (1998). El concepto de proteína ideal y el uso de aminoácidos sintéticos: Estudio comparativo entre pollos y cerdos. Avances en nutrición y alimentación animal. XIV curso de especialización. FEDNA. Madrid – España.
- Lewis D. (1989). Fat improves use of other nutrients in poultry diets. *Feedstuffs*, February 29, page 33.

- Lorfolahian, H. y Hosseini, S. (2007). Evaluation of metabolizable energy values of some feeding stuffs. *Pakistan Journal of Biological Science*. 10(6), 995 – 997.
- Mateos, G., Rebollar, P., y Medel, P. (1996). Utilización de grasas y productos lipídicos en alimentación animal: Grasas puras y mezclas. Departamento de Producción Animal. Universidad Politécnica de Madrid. XII CURSO DE ESPECIALIZACION FEDNA.
- NRC, (1994). Nutrient Requirements of Poultry. National Academy of Science. National Academic Press, Washington D.C., USA.
- Noblet, J., Karege, S., Dubois, J. y Van Milgen, J. (1999). Metabolic utilization of energy and maintenance requirements in growing pigs: effects of sex and genotype. *Journal of Animal Science*, Volume 77, 1208–1216.
- Noblet, J. (2013). Use of net energy vs metabolizable energy in swine and poultry. The Southeast Asian Feed Technology and Nutrition Workshop, 3-7 June. Bangkok (Thailand).
- Pesti, G. (1982). Characterization of the response of male broiler chickens to diets of various protein and energy content. *British Poultry Science*, 23, 527.
- Pesti, G. y Flecher, D. (1983). The response of male broiler chickens to diets with various protein and energy content during the growing phase. *British Poultry Science*, 24, 91.
- Pesti, G. y Smith, C. (1984). The response of growing broiler chickens to dietary contents of protein, energy and added fat. *British Poultry Science*, 25, 127-138.
- Pirgozliev, V. y Rose, S. (1999). Net energy systems for poultry feeds: a quantitative review net energy system for poultry feeds. *Poultry Science Journal*, 55, 23 – 36.
- Reid, J., White, C., Anrique, R. y Fortin, A. (1980). Nutritional energetics of livestock: Some present boundaries and future research needs. *Journal of Animal Science*. 51, 1393-1415.
- Rezaei, M., Moghaddam, H., Reza, J. y Kermanshahi, H. (2004). The Effects of Dietary Protein and Lysine Levels on Broiler Performance, Carcass Characteristics and N Excretion. *International Poultry of Poultry Science*, 3(2), 148-152.

- Rivera-Torres, V., Noblet, J., Dubois, S. y Van Milgen, J. (2011). Dynamics of energy utilization in male and female turkeys during growth. *Journal of Animal Science*, 5(2), 202-210.
- Rostagno, H., Albino, L., Donzele, J. y Gómez, P. (2003). Nivel de Lisina digestible para dietas preiniciales de pollitos de engorde. Universidad Federal de Vicosa. Brasil.
- Saleh E., Watkins, S., Waldroup, A. y Waldroup P. (2004). Effects of Dietary Nutrient Density on Performance and Carcass Quality of Male Broilers Grown for Further Processing. Poultry Science Department, University of Arkansas, Fayetteville, AR 72701, USA. *International Poultry of Poultry Science*, 3(1), 1-10.
- SAS Institute. (2009). SAS/STAT 9.2 User's guide. Versión 9.2 Sas Inst Cary, NC. 870 p.
- Sans M., Flores A. y Lopez-Bote, C. (1999). The metabolic use of energy from dietary fat in broilers is affected by fatty acid saturation. *British Poultry Science*, 41, 61 – 68.
- Sanz, M., Flores, A., De Ayala, .P.P. y Lopez-Bote, C.J. (1999). Higher lipid accumulation in broilers fed on saturated fats than in those fed on unsaturated fats. *British Poultry Science*, 40, 95–101.
- Sanz, M., Lopez-Bote C.J., Menoyo, D. y Bautista, J.M. (2000). Abdominal fat deposition and fatty acid synthesis are lower, and beta-oxidation is higher in broiler chickens fed diets containing unsaturated rather than saturated fat. *J Nutr*. 2000 Dec;130(12), 3034-7.
- Scott, M. (1982). Nutrition of the Chicken. Third Edition. M.L. Scott and Associates. Ithaca, New York.
- Sklan, D. (1979). Digestion and absorption of lipids in chicks fed tryglicerides or free fatty acids: Synthesis of monoglycerides in the intestine. *International Poultry of Poultry Science*, 58, 885 – 889.
- Sklan, D., Cohen, N. y Hurwitz, S. (1996). Intestinal uptake and metabolism of fatty acids in the chick. *International Poultry of Poultry Science*, 75, 1104 – 1108.
- Schutte, J. (1989). Practical application of (bio) synthetic amino acid in poultry and pig diets. In: Nutrition and digestive physiology in monogastric farm animals, eds. Van Weerden, E.J. and J. Huisman, Pudoc, Wageningen, pp. 75 – 88.

- Shatnawi, K. (2014). Investigation of energy partitioning in modern broiler chickens. Thesis Degree of Doctor of Philosophy in Poultry Nutrition. Massey University, New Zealand.
- Takeuchi, H., Matsuo, T., Tokuyama, K., Shimomura, Y. y Suzuki, M. (1995). Diet-Induced Thermogenesis Is Lower in Rats Fed a Lard Diet Than in Those Fed a High Oleic Acid Safflower Oil Diet, a Safflower Oil Diet or a Linseed Oil Diet. *The Journal of Nutrition*, 125, 920–925.
- Tancharoenrat, P., Ravindran, V., Zaefarian, F. y 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, 186-192.
- Waldroup, P., Mitchell, R., Payme, J. y Johnson, Z. (1976). Characterization of the response of broiler chickens to diets varying in nutrient density content. *International Poultry of Poultry Science*, 55, 130. USA.
- Wang, G., Kim, W., Cline, M. y Gilbert, E. (2017). Factors affecting adipose tissue development in chickens: A review. *International Poultry of Poultry Science*, 1-13. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pex184>.
- Watkins, J., Klein, P., Schoeller, D., Kirschner, B., Park, P. y Perman, J. (1982). Diagnosis and differentiation of fat malabsorption in children using <sup>13</sup>C-labeled lipids: triolein, triolein and palmitic acid breath test. *Gastroenterology*, 82(5 Pt 1):911-7.
- Wiseman, J. (1986). Antinutritional factors associated with dietary fats and oils. IN: Recent advances in animal nutrition. Ed. Haresing and Cole. Butterworths. Canada.
- Wiseman, J. y Salvador, F. (1991). Influence of free fatty acid content and degree of saturation on the AME of fats fed broilers. *International Poultry of Poultry Science*, 70, 573 -582.
- Yegani, M. y Korver D. (2008). Factors affecting intestinal health in poultry. *International Poultry of Poultry Science*, 87, 2052 – 2063
- Zuidhof, M., Schneider, B., Carney, V., Korver, D., Robinson, F. (2014). Growth, efficiency, and yield of commercial broilers from 1957, 1978, and 2005. *International Poultry of Poultry Science*, 93, 2970–2982.