



Tomado de: [https://en.wikipedia.org/wiki/Free\\_range#/media/File:Free\\_range\\_chicken\\_flock.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Free_range#/media/File:Free_range_chicken_flock.jpg)

# Efecto de la sustitución de grasa de fritura por aceite vegetal y concentración energética en dietas para la producción de pollos de engorde

## Effect of frying fat substitution by vegetable oil and energy concentration on diets for productive performance of broilers

Héctor Manuel Orduña-Hernández<sup>1</sup>

Jaime Salinas-Chavira<sup>1\*</sup>

Martin Francisco Montaña-Gómez<sup>2</sup>

Fidel Infante-Rodríguez<sup>1</sup>

Olga Maritza Manríquez-Núñez<sup>2</sup>

María de la Luz Vázquez-Sauceda<sup>1</sup>

Rolando Yado-Puente<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Tamaulipas. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, km 5 carretera Ciudad Victoria a Ciudad Mante, Ciudad Victoria, Tamaulipas, México, C.P. 87000.

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Baja California. Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias, km 3.5 carretera San Felipe, Fracc. Campestre, Mexicali, Baja California, México, C.P. 21386.

**\*Autor para correspondencia:**

jsalinas@uat.edu.mx

Fecha de recepción:  
07 de abril de 2015

Fecha de aceptación:  
28 de agosto de 2015

### RESUMEN

En la dieta de pollos de engorde se adicionan lípidos para mejorar su eficiencia productiva, generalmente grasa de fritura (GF), reciclada de restaurantes, por tener menor costo que el aceite vegetal (AV). El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la sustitución de GF por AV en dietas estándar (DEE) y dietas altas en energía (DAE) sobre el comportamiento productivo de pollos de engorde. Se alimentaron durante 42 d a 200 pollos mixtos ROSS, de un día de edad y peso promedio de 37.2 g ± 0.89 g. El estudio se realizó en dos fases de 21 d: inicio y acabado. Se usó un diseño experimental al azar

con arreglo factorial 2 x 2 con la fuente de lípidos (GF y AV), la concentración de energía (DEE y DAE) y su interacción como efectos principales. La energía metabolizable en la fase de inicio fue 2 994 kcal/kg y 3 013 kcal/kg, y en la fase de acabado fue 3 081 kcal/kg y 3 111 kcal/kg en DEE y DAE, respectivamente. La fuente de lípidos no influyó (P > 0.05) sobre las variables de estudio. En la fase de inicio, los pollos alimentados con la DAE ganaron más peso y mostraron mejor conversión alimenticia (P < 0.05) que los pollos en la DEE, aunque el consumo de alimento fue similar (P > 0.05). En la fase de acabado, los pollos alimentados con la DAE ganaron

más peso ( $P < 0.05$ ) y consumieron más alimento ( $P < 0.05$ ) que los pollos alimentados con la DEE. No se observó efecto de la concentración de energía sobre la conversión alimenticia ( $P > 0.05$ ). Se concluyó que la fuente de lípidos no influyó en los parámetros productivos, pero el incremento en concentración energética mejoró significativamente el comportamiento productivo de los pollos de engorde.

**PALABRAS CLAVE:** fuente de lípidos, concentración energética, pollos de engorde, comportamiento productivo.

## ABSTRACT

Lipids are often added to the diet of broilers in order to improve their productive efficiency. The most widely used variety of lipids is frying fat (FF), usually recycled from restaurants, as its cost is lower than that of vegetable oil (VO). The aim of this study was to evaluate the effect of FF substitution by VO in standard (SED) and high energy (HED) diets on broiler's growth performance. To that aim, a total of 200 one-day-old mixed ROSS broilers ( $37.2 \text{ g} \pm 0.89 \text{ g}$ ) were fed during 42 d with two phases (starting and finishing) of 21 d each. The experimental design in each phase was completely randomized with 4 treatments with  $2 \times 2$  factorial arrangement with the lipid source (FF and VO), the energy levels (SED and HED), and their interaction as main effects. The metabolizable energy (ME) in the starting phase was 2 994 kcal/kg and 3013 kcal/kg, and in the finishing phase was 3 081 kcal/kg and 3 111 kcal/kg in SED and HED, respectively. The lipid source (VO vs FF) did not influence ( $P > 0.05$ ) on the studied variables. In the starting phase, broilers fed with the HED gained more weight and showed better feed conversion ( $P < 0.05$ ) than birds in SED, while feed intake was similar ( $P > 0.05$ ) among broilers in two diets. For the finishing phase, broilers fed with the HED gained more body weight ( $P < 0.05$ ) with higher feed intake ( $P < 0.05$ ) than birds fed with the SED; no effect of energy concentration on feed conversion ( $P > 0.05$ ) was observed. It was concluded that lipid source did not influence on productive parameters, but the increase in energy concentration significantly improved the productive performance of broilers.

**KEYWORDS:** source of lipids, energy concentration, broilers, growth performance.

## INTRODUCCIÓN

Históricamente, la carne de pollo de engorde ha sido una importante fuente de proteína animal disponible para los consumidores. Las familias de ingresos bajo y medio prefieren “carne oscura” (cuartos traseros de la canal del pollo); mientras que los consumidores con mayores ingresos prefieren consumir cortes de “carne blanca” (pechuga) y otros productos de pollo con valor agregado (Branston y Hernández, 2012). En México, en el año 2014, el consumo anual *per capita* de carne de pollo fue de 29.3 kg. La avicultura ocupa un importante lugar en la economía nacional, ya que participó con 63 % de la producción pecuaria en el país: 33.5 % fue aportado por el pollo, cerca del 29 % por producción de huevo y 0.1 % por pavo (UNA, 2015). Se estima que el costo de alimentación, más el costo del pollito, representan aproximadamente el 90 % del costo de producción de pollo de engorde (Wright, 2013; UNA, 2015). Debido a esto, las mejoras en eficiencia alimenticia impactan directamente en el costo total de producción de los pollos de engorde.

Una forma de hacer más eficiente la producción de pollo de engorde, es la incorporación de diferentes fuentes energéticas en la dieta. La energía es principalmente aportada por los carbohidratos de los granos de cereales, pero estos no cubren los requerimientos de energía metabolizable (EM), necesaria para expresar el potencial genético en crecimiento (NRC, 1994). Por esta razón, se requiere la inclusión de ingredientes con alta concentración calórica, como los lípidos, los cuales pueden ser en forma de grasa animal, aceite vegetal o una mezcla de ambos. Se ha establecido que el aceite de soya permitió expresar un mayor potencial genético en pollos de engorde, en comparación con aquellos alimentados con grasa animal en su dieta; esto se atribuyó a la mayor concentración de ácidos grasos insaturados y menor contenido de ácidos grasos libres en el aceite de soya, lo cual favoreció la digestión y el metabolismo en las aves (Itzá-Ortiz y col., 2008). Se considera que la mayor concentración de ácidos esenciales linoleico y linolénico en aceite de soya mejora el crecimiento.

La principal fuente de grasa animal en dietas para animales es el sebo de bovino, este es un subproducto derivado de vísceras y carne no consumidas por el humano. Esta grasa tiene alto punto de fusión ( $> 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), bajo contenido de humedad, impurezas ( $< 1.5\%$ ) y ácidos grasos libres, en comparación con otras grasas (Plascencia y col., 2005).

La grasa de fritura, también llamada grasa amarilla, es una mezcla de aceites de origen vegetal, que han sido utilizados en restaurantes de comida rápida para el freído de alimentos por tiempos prolongados y a elevadas temperaturas, por lo que tienden a la rancidez (oxidación), altos niveles de ácidos grasos libres y pueden tener arriba de  $6\%$  a  $7\%$  de acidez (Díaz, 2012). Estos aceites son colectados en los restaurantes, sometidos a un proceso de filtración para eliminar la presencia de sólidos y pueden ser adicionados con preservativos y antioxidantes. Es importante considerar que durante el freído, los ácidos grasos de los lípidos interaccionan con el oxígeno formando peróxidos y radicales libres (Billek, 2000). Para retardar este deterioro se adicionan a los aceites antioxidantes como el butilhidroxianisol (BHA) y butilhidroxitolueno (BHT). Sin embargo, se debe tener en cuenta que estos compuestos no son eficaces cuando los lípidos ya están oxidados y que adicionados en exceso pueden tener efecto tóxico (hemólisis) en animales (Jayalakshmi y Sharma, 1986; Kahl y Kappus, 1993). Por otra parte, las grasas altamente oxidadas pueden reducir la digestibilidad del alimento destinado a los animales, así como el nivel de consumo de alimento y la eficiencia alimenticia (Vázquez-Añón y Jenkins, 2007; Vázquez-Añón y col., 2008).

Los aceites vegetales y las grasas animales, además de ser fuentes significantes de energía, tienen otras importantes funciones vitales, como ser constituyentes de estructuras celulares y contribuir como vehículo para absorción de vitaminas liposolubles y minerales (Lamela, 2005). Un aspecto importante para tener éxito en la formulación de raciones para pollos de engorde, es el conocimiento de la concentración energética de diferentes fuentes de lípidos, permitiendo aportar suficiente energía para que las aves expresen su potencial genético en un mejor comportamiento productivo (Mack, 2005). El

objetivo de este estudio fue investigar el efecto de la sustitución de grasa de fritura por aceite vegetal y la concentración de energía en dietas, sobre el comportamiento productivo de pollos de engorde.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Descripción de área de estudio

El presente estudio se llevó a cabo en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, ubicada en Ciudad Victoria, Tamaulipas, en el noreste de México. El área está ubicada en  $23^{\circ}44'06''\text{ N}$  y  $97^{\circ}09'50''\text{ O}$ , a 340 msnm. La precipitación promedio anual es de 900 mm, y la temperatura promedio es de  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Estas características climáticas son típicas para el trópico seco.

### Animales y manejo

Un total de 200 pollos ROSS mixtos, de un día de edad ( $37.2\text{ g} \pm 0.89\text{ g}$ ), fueron distribuidos al azar en cuatro tratamientos experimentales. Cada tratamiento fue replicado cinco veces; la unidad experimental fue la jaula con 10 pollitos en cada una. Los pollos, a lo largo de la prueba, se alojaron en jaulas sobre piso de hormigón con cama de viruta de madera. Los animales tenían libre acceso a agua y alimento durante todo el periodo experimental. Únicamente los primeros tres días de edad el agua de bebida contenía antibiótico. Se registró el peso vivo y el consumo de alimento de los pollos cada 7 d; estos registros fueron por jaula. El alimento consumido se determinó considerando al alimento ofrecido, menos el alimento que quedó en comedero al final de los 7 d. Los registros siempre se tomaron a la misma hora del día. La conversión alimenticia se estimó dividiendo el alimento consumido, entre la ganancia de peso. Estos datos se usaron para cada fase alimenticia y para el global de la prueba. Las aves fueron vacunadas contra viruela por punción en el ala; contra Newcastle y hepatitis con cuerpos de inclusión emulsionados y aplicados por vía subcutánea en el día 18 de la prueba; los pollos fueron criados de manera similar a lo convencionalmente utilizado por los productores comerciales de pollos de engorde en la localidad.

### Manejo alimenticio y dietas

Fueron usadas dos fases de alimentación: la primera fue la fase de iniciación (1 d a 21 d de edad) y la

segunda fue la fase de acabado (22 d a 42 d de edad). En cada fase de alimentación hubo un total de cuatro tratamientos experimentales, con la combinación de dos fuentes de lípidos (aceite vegetal y grasa de fritura) y dos concentraciones de energía (estándar y de alta energía). Los cuatro tratamientos fueron los siguientes: dieta con aceite vegetal y alta energía (T1); dieta con grasa de fritura y alta energía (T2); dieta con aceite vegetal y energía estándar (T3); dieta con grasa de fritura y energía estándar (T4). En la fase de iniciación, la concentración de EM fue 2 994 kcal/kg y 3 013 kcal/kg en las dietas estándar y de alta energía, respectivamente. En la fase de acabado, la concentración de EM fue

3 081 kcal/kg y 3 111 kcal/kg en las dietas estándar y de alta energía, respectivamente. Las dietas se formularon siguiendo las recomendaciones descritas en las tablas de NRC (1994), para pollos de engorde, respectivamente para las fases de iniciación y de acabado. No se incorporaron antibióticos en la formulación, como agentes preventivos de enfermedades que retrasan el crecimiento de las aves, debido al riesgo reconocido de permitir el desarrollo de cepas microbianas resistentes que pueden inducir enfermedades en seres humanos (Monroy-Torres y col., 2015). Las dietas de iniciación y acabado se ofrecieron en forma de harina; su formulación de ingredientes y análisis calculado de nutrientes se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1. Raciones para pollos de engorde en las fases de iniciación (1 d a 21 d) y acabado (22 d a 42 d). Datos en % en base seca.**

Table 1. Rations for broilers in the phases of initiation (1 d to 21 d) and finishing (22 d to 42 d). Data in % on dry matter basis.

Formulación	Fase de iniciación				Fase de acabado			
	Alta energía		Energía estándar		Alta energía		Energía estándar	
	Aceite vegetal	Grasa de fritura	Aceite vegetal	Grasa de fritura	Aceite vegetal	Grasa de fritura	Aceite vegetal	Grasa de fritura
<b>Ingredientes</b>								
Grano de sorgo	59.40	59.40	60.00	60.00	65.97	65.97	66.62	66.62
Harina de soya	33.70	33.70	33.50	33.50	26.30	26.30	26.15	26.15
Aceite vegetal	2.90	0.00	2.50	0.00	3.4	0.00	2.90	0.00
Grasa de fritura	0.00	2.90	0.00	2.50	0.00	3.40	0.00	2.90
Premix*	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Pigmentante	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.33	0.33	0.33
<b>Nutrientes</b>								
EM, kcal/kg	3 013	3 013	2 994	2 994	3 111	3 111	3 081	3 081
PC, %	21.47	21.47	21.43	21.43	18.68	18.68	18.68	18.68
Lisina, %	1.17	1.17	1.17	1.17	0.97	0.97	0.96	0.96
Ca, %	0.95	0.95	0.95	0.95	0.94	0.94	0.94	0.94
P, %	0.71	0.71	0.71	0.71	0.68	0.68	0.68	0.68

\*Premezcla concentrada para pollos de engorde en la fase de iniciación (VIT-AA-MIN POLLO I, marca registrada de Trouw Nutrition México, S.A. de CV). Contiene: mono-orto fosfato, carbonato de calcio, sal, promotor de crecimiento (BMD y 3-nitro), coccidiostato (monensina sódica), aceite mineral, etoxiquina, acetato de Vitamina A, Vitamina D3, acetato de Vitamina E, Vitamina K3, Riboflavina (B2), Vitamina B12, Niacina, Pantotenato de calcio, cloruro de colina, BHT. Premezcla calculada para contener 21.4 % de calcio, 8.1 % de fósforo total, 3.4 % de sodio, 0.8 % de L-lisina hidrocliclorada, 4.15 % de DL metionina.

\*Premezcla concentrada para pollos de engorde en la fase de acabado (VIT-AA-MIN POLLO II, marca registrada de Trouw Nutrition México, S.A. de CV). Contiene: mono-orto fosfato, carbonato de calcio, sal, promotor de crecimiento (BMD y 3-nitro), coccidiostato (monensina sódica), aceite mineral, etoxiquina, acetato de Vitamina A, Vitamina D3, acetato de Vitamina E, Vitamina K3, Riboflavina (B2), Vitamina B12, Niacina, Pantotenato de calcio, cloruro de colina, BHT. Premezcla calculada para contener 19.8 % de calcio, 7.3 % de fósforo total, 3.7 % de sodio, 4.33 % de L-lisina hidrocliclorada, 5.15 % de DL metionina.

## Análisis estadísticos

Las variables estudiadas fueron: promedio de ganancia de peso vivo, promedio de consumo de alimento y conversión alimenticia (consumo/ganancia); estas variables se analizaron estadísticamente en cada fase de alimentación, es decir, iniciación (1 d a 21 d), acabado (22 d a 42.d) y total de la prueba (1 d a 42 d). El análisis de varianza se realizó en un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2 x 2. No se observó efecto ( $P > 0.05$ ) en la interacción entre la fuente de lípidos y concentración energética de la dieta, y por lo tanto solo los efectos principales son estudiados. En todos los casos se consideró significancia a nivel de 0.05. Los análisis estadísticos se realizaron en el paquete estadístico SAS.

## RESULTADOS

Los resultados del rendimiento productivo de los pollos de engorde en este estudio se muestran en la Tabla 2. No se observó efecto significativo ( $P > 0.05$ ) en la interacción de la fuente de lípidos y concentración de energía en la dieta. Se tuvo un

3 % de mortalidad en el total del estudio, para todos los tratamientos; de los cuales, el 2 % fue en la dieta con aceite vegetal y alta energía, y el 1 % para la dieta con grasa de fritura y energía estándar. La dieta con grasa de fritura y alta energía, así como la dieta con aceite vegetal y energía estándar, no tuvieron mortalidad. La distribución de la mortalidad no se puede atribuir a un efecto del tratamiento, debido al bajo índice de mortalidad que se presentó en el estudio.

## Efecto de la concentración energética de la dieta

En la fase de inicio, los pollos alimentados con dietas de alta energía ganaron más peso y mostraron mejor conversión alimenticia ( $P < 0.01$ ), que las aves alimentadas con la dieta de energía estándar, aunque el consumo de alimento fue similar ( $P > 0.05$ ) entre las aves de las dos dietas (energía alta y estándar). En la fase de acabado, los pollos alimentados con las dietas de alta energía ganaron más peso corporal ( $P < 0.05$ ) y mostraron mayor consumo de alimento ( $P < 0.05$ ) que

■ **Tabla 2. Características productivas de los pollos de engorde en este estudio (efectos principales de tratamiento).**  
Table 2. Productive characteristics of broilers in this study (main effects of treatment).

Concepto	Fuente de lípidos		Concentración de energía		EEM <sup>1</sup>	Probabilidad		
	Aceite vegetal	Grasa de fritura	Alta	Estándar		F.de lípidos	C.de energía	Interacción
<b>Fase de inicio (1 d a 21 d)</b>								
Ganancia de peso (g)	671 ± 59	641 ± 49	696 ± 36	616 ± 39	11.12	0.07	<0.01	0.36
Consumo de alimento (g)	1073 ± 36	1067 ± 51	1062 ± 38	1078 ± 49	13.63	0.75	0.45	0.13
Conversión alimenticia <sup>2</sup>	1.59 ± 0.14	1.68 ± 0.18	1.53 ± 0.06	1.76 ± 0.14	0.03	0.19	<0.01	0.71
<b>Fase de acabado (22 d a 42 d)</b>								
Ganancia de peso (g)	1630 ± 165	1602 ± 166	1699 ± 178	1533 ± 90	47.06	0.67	0.02	0.84
Consumo de alimento (g)	3136 ± 185	3058 ± 175	3176 ± 158	3018 ± 172	52.37	0.30	0.05	0.39
Conversión alimenticia <sup>2</sup>	1.92 ± 0.11	1.92 ± 0.11	1.88 ± 0.12	1.97 ± 0.08	0.032	0.72	0.07	0.20
<b>Total de la prueba (1 d a 42 d)</b>								
Ganancia de peso (g)	2301 ± 209	2243 ± 174	2396 ± 175	2149 ± 108	47.42	0.40	<0.01	0.68
Consumo de alimento (g)	4209 ± 193	4125 ± 155	4239 ± 158	4095 ± 170	52.64	0.27	0.07	0.65
Conversión alimenticia <sup>2</sup>	1.82 ± 0.12	1.84 ± 0.07	1.77 ± 0.08	1.91 ± 0.05	0.02	0.82	<0.01	0.21

<sup>1</sup>EEM = Error estándar de la media (n = 20).

<sup>2</sup>Conversión alimenticia, expresada como el consumo de alimento entre la ganancia de peso vivo.

las aves que se alimentan con la dieta de energía estándar, aunque la conversión alimenticia fue similar ( $P > 0.05$ ) entre las aves de las dos dietas. En el periodo total de alimentación, los pollos alimentados con dietas de alta energía ganaron más peso y mostraron mejor conversión alimenticia ( $P < 0.01$ ), que las aves que se alimentaron con dietas de energía estándar, aunque el consumo de alimento fue similar ( $P > 0.05$ ), entre las aves de las dos dietas.

### **Efecto de la fuente de lípidos en la dieta**

No se observó efecto ( $P > 0.05$ ) de la fuente de lípido (aceite vegetal o grasa de fritura), sobre el consumo de alimento, la ganancia de peso o la conversión alimenticia, en las fases de inicio, acabado o periodo total de alimentación de los pollos.

## **DISCUSIÓN**

### **Efecto de la concentración energética de la dieta**

En los resultados de esta investigación, se observó un rendimiento favorable en el crecimiento de los pollos de engorde, alimentados con dietas de alta energía, durante las fases de inicio y acabado, la cual fue proporcionada por aceite vegetal (T1), o grasa de fritura (T2); pero fue desfavorable para los T3 (aceite vegetal) y T4 (grasa de fritura), que contenían un nivel de energía estándar. El efecto sobre la ganancia de peso fue evidente a 21 d de edad y sucesivamente hasta la edad de 42 d. No hubo influencia observable de la dieta en el consumo de alimento de las aves en fase de inicio, sin embargo, en la fase de acabado las aves alimentadas con dietas de baja energía tuvieron menor consumo de alimento. Las aves alimentadas con dietas de alta energía mostraron mejor conversión alimenticia en la fase de inicio, comparadas con las aves alimentadas con dietas de energía estándar, pero la conversión alimenticia no mejoró significativamente ( $P > 0.05$ ) en la fase de acabado.

Las dietas con altas concentraciones de energía han mostrado mejorar los rendimientos productivos de los pollos de engorde. En este sentido, Alaeldein y col. (2014), exploraron la relación entre el ácido acético guanidino y diferentes niveles de energía metabolizable en la dieta,

sobre el desempeño productivo de pollos de engorde, en tres fases de producción; para la fase de 11 d a 22 d, así como para el global de la prueba (1 d a 35 d), observaron una mejora lineal en la conversión alimenticia de aves, a medida que la EM aumentó. Marcu y col. (2012), en pollos de engorde híbrido, en un ensayo de alimentación de 42 d, usaron dos dietas, una estándar y otra dieta de alta energía. Estos autores concluyeron que los pollos alimentados con DAE mejoraron significativamente en la ganancia diaria promedio, índice de conversión alimenticia, rendimiento en canal y sus cortes principales (pechuga y muslo). También, Silva y col. (2015), usando dietas con niveles crecientes de EM, revelaron que los resultados fueron favorables en rendimiento productivo para las aves alimentadas con niveles altos de energía (3 300 kcal/kg de EM), en el periodo de 42 d.

En forma diferente, se reporta que altos niveles de energía, usando lípidos, en dietas para pollos de engorde, pueden afectar el comportamiento productivo. En este sentido, Stanačev y col. (2013), investigaron el comportamiento productivo y características de la canal de pollos de engorde alimentados con tres diferentes aceites (soya, linaza y canola), en dos niveles de aceite (4 % y 8 %), y concluyeron que la adición de aceite de linaza al 4 %, mostró mejores resultados productivos que las dietas conteniendo 8 % de aceite.

### **Efecto de la fuente de lípidos en la dieta**

En el presente estudio, el aceite vegetal y la grasa de fritura produjeron similar producción en los pollos de engorde; esto posiblemente es debido a que la grasa de fritura usada contenía alta proporción de ácidos grasos insaturados y niveles bajos de ácidos grasos libres (AGL), aunque estos no se midieron en este estudio. Se reporta que los ácidos grasos saturados son de menor contenido de EM que las grasas (Wiseman y col., 1991), por ser menos digestibles (Fernández, 2013). Por esta razón, comúnmente en las dietas de pollos de engorde se recomienda el uso de grasas con un mayor porcentaje de ácidos grasos insaturados (ROSS, 2009). El mayor contenido de EM en los ácidos grasos insaturados también se relaciona con mayor acumulación de tejido magro en las

canales de pollos de engorde (Itzá-Ortiz y col., 2008; Wu y col., 2011). Por otra parte, el aumento de AGL también puede reducir la digestibilidad (Freeman, 1976), y la absorción de la grasa en pollitos (Sklan, 1979), tal vez por la incompleta solubilización micelar de los AGL (Garrett y Young, 1975). En este sentido, Wu y col. (2011), concluyeron que el crecimiento de pollos de engorde, alimentados con grasa de fritura, con bajo contenido de AGL (cerca de 3 %), fue similar al de pollos alimentados con aceite de soya en la dieta. Pero la alimentación con grasa de fritura, con altos niveles de AGL (> 12 %), afectó el comportamiento productivo de los pollos de engorde.

Se ha observado que dietas conteniendo mezclas de grasas (reciclada y aceite vegetal) no han afectado el desempeño del crecimiento de pollos de engorde (Waldroup y col., 1995). Las grasas de fritura son mezclas de grasas que se obtienen de diferentes establecimientos comerciales, en los cuales se procesan de diversa forma, con lo cual el valor nutritivo de las grasas es diferente. En particular, para este estudio, la falta de significancia entre los tipos de grasa, en el comportamiento productivo de los pollos de engorde, podría atribuirse a la relativa buena calidad de la grasa de fritura; sin embargo, no siempre se pueden esperar estos resultados, ya que la grasa de fritura puede variar en su valor nutritivo. Para el estudio actual, los pollos de engorde que

se alimentaron con dos fuentes de lípidos (aceite vegetal y grasa de fritura), tuvieron un similar rendimiento productivo, donde también pudo contribuir como una explicación parcial de estos resultados, el relativo bajo nivel de grasa en la dieta (de 2.5 % a 3.4 %), ya que niveles altos de lípidos en la dieta afectan la producción del pollo de engorde (Stanačev y col., 2013).

Los pollos de engorde alimentados con dietas de alta energía conteniendo aceite vegetal, tendieron a mostrar valores más altos de peso vivo final (2 476 g y 2 390 g) y conversión alimenticia (1.75 y 1.80), que aquellos alimentados con grasa de fritura, aunque esta diferencia no fue lo suficientemente amplia como para demostrarse significativamente ( $P > 0.05$ ). Por otra parte, el costo del aceite vegetal es mayor que el de grasa de fritura, por lo que la inclusión de aceite vegetal en la dieta con alto nivel de energía sólo es justificable económicamente, cuando su costo no sea muy elevado, con relación al costo de la grasa de fritura.

## CONCLUSIONES

En este estudio, el alto nivel de energía, en las dietas con aceite vegetal o grasa de fritura, mejoró el comportamiento productivo de pollos de engorde. El reemplazo de grasa de fritura por aceite vegetal, en la dieta de pollos de engorde, no presentó efecto sobre la ganancia de peso vivo y conversión alimenticia.

## REFERENCIAS

Alaeldein, M. A., Fuad, S. A., Lemme, H. A., and Zakaria, H. (2014). The relationship between guanidino acetic acid and metabolizable energy level of diets on performance of broiler chickens. *Italian Journal of Animal Science*. 13(3): 548-556.

Branson, A. and Hernández, G. (2012). Mexico-Poultry and Products Semi-annual Sector Integration and Strong Demand Continue, in *Global Agricultural Information Network*. [En línea]. Disponible en: [http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Poultry%20and%20Products%20Semi-annual\\_Mexico%20City\\_Mexico\\_3-20-2012.pdf](http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Poultry%20and%20Products%20Semi-annual_Mexico%20City_Mexico_3-20-2012.pdf). Fecha de consulta: 16 de octubre de 2015.

Billek, G. (2000). Health aspects of thermoxidized oils and fats. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 102: 587-593.

Díaz, O. E. (2012). Grasa amarilla y aceite de palma en un mismo tanque, en *Engormix*. [En línea]. Disponible en: <http://agrinews.es/2013/09/04/entendiendo-la-eficacia-de-la-mezcla-de-aceites-y-grasas-en-la-alimentacion-avicola/>. Fecha de consulta: 1 de febrero de 2015.

Fernández, A. (2013). El por qué de la eficacia de la mezcla de grasas y aceites en la alimentación avícola. [En línea]. Disponible en: <http://agrinews.es/2013/09/04/entendiendo-la-eficacia-de-la-mezcla-de-aceites-y-grasas-en-la-alimentacion-avicola/>. Fecha de consulta: 2 de febrero de 2015.

Freeman, C. P. (1976). Digestion and absorption of fat. En K. N. Bookman and B.M. Freeman (Ed.), *Digestion in the fowl* (pp. 117-142). Edinburgh, UK. British Poultry Science.

- Garrett, R. L. and Young, R. J. (1975). Effect of micelle formation on the absorption of neutral and fatty acids by the chicken. *Journal of Nutrition*. 105(7): 827-838.
- Itzá-Ortiz, M. F., López-Coello, C., Ávila-González, E., Gómez-Rosales, S., Arce-Menocal, J., and Velásquez-Madrado, P. A. (2008). Effect of energy source and level on the length of intestinal villi, immune response and the production performance in broilers. *Veterinaria México*. 39(4): 357-376.
- Jayalakshmi, C. P. and Sharma, J. D. (1986). Effect of butylated hydroxyanisole (BHA) and butylated hydroxytoluene (BHT) on rat erythrocytes. *Environ Research*. 41(1): 235-238.
- Kahl, R. and Kappus, H. (1993). Toxicology of the synthetic antioxidants BHA and BHT in comparison with the natural antioxidant vitamin E. *Zeitschrift für Lebensmittel-untersuchung und-forschung*. 196(4): 329-338.
- Lamela, F. M. (2005). El Mercado de los Aceites Vegetales en la Comunidad de Madrid. Situación y líneas de mejora, en *Documentos Técnicos de Salud Pública*. [En línea]. Disponible en: <http://www.madrid.org/cs/Satellite?blobcol=urldata&blobheader=apz>. Fecha de consulta: 1 de febrero de 2015.
- Mack, J. O. (2005). Impacto de la Nutrición de Pollos de Engorde sobre el Medio Ambiente. [En línea]. Disponible en: <http://www.engormix.com/MA-avicultura/nutricion/articulos/impacto-nutricion-pollos-engorde-t388/141-p0.htm>. Fecha de consulta: 2 de febrero de 2015.
- Marcu, A., Vacaru-Opris, I., Marcu, A., Nicula, M., Dronca, D., and Kelcirov, B. (2012). Effect of Different Levels of Dietary Protein and Energy on the Growth and Slaughter Performance at, Hybro PN+” Broiler Chickens. *Animal Science and Biotechnologies*. 45(2): 424-431.
- Monroy-Torres, R., Linares-Segovia, B., y Ramírez-Gómez, X. S. (2015). Desarrollo de una técnica para la detección *in vitro* de la presencia de antibióticos en muestras de hígado de res, cerdo y pollo. *CienciaUAT*. 9(2): 68-73.
- NRC, National Research Council (1994). *Nutrient Requirements of Poultry*. Ninth revised edition. Washington, D.C.: National Academy Press. 155 Pp.
- Plascencia, A., Mendoza, G., Vásquez, C. y Zinn, R. (2005). Factores que influyen en el valor nutricional de las grasas utilizadas en las dietas para bovinos de engorda en confinamiento. *Interciencia*. 30(3): 134-142.
- ROSS, Suplemento de Nutrición del Pollo de Engorde (2009). Manual de Manejo del Pollo de Engorde Ross. [En línea]. Disponible en: [http://es.aviagen.com/assets/Tech\\_Center/BB\\_Foreign\\_Language\\_Docs/Spanish\\_TechDocs/Ross-Suplemento-Nutricin-Pollo-Engorde-2009.pdf](http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Ross-Suplemento-Nutricin-Pollo-Engorde-2009.pdf). Fecha de consulta: 8 de febrero de 2015.
- Silva, G., Franke, M., Garcia, M., Giglio, E. H., Angélica, C., Carvalho, I. L., and Gomes, A. (2015). Ajuste preciso do nível de energia na dieta de frangos de corte para controle do desempenho e da composição lipídica da carne. *Ciência Rural*. 45(1): 104-110.
- Sklan, D. (1979). Digestion and absorption of lipids in chicks fed triglycerides or free fatty acids: Synthesis of monoglycerides in the intestine. *Poultry Science*. 58(4): 885-889.
- Stanačev, V. Ž., Milić, D., Milošević, N., Stanačev, V. S., Pavlovski, Z., Škrbić, Z., and Puvača, N. (2013). Different sources and levels of vegetable oils in broiler chicken nutrition. *Biotechnology in Animal Husbandry*. 29(2): 321-329.
- UNA, Unión Nacional de Avicultores (2015). Crecerá 2.5 % la avicultura mexicana. [En línea]. Disponible en: <http://www.una.org.mx/index.php/component/content/article?layout=edit&id=56>. Fecha de consulta: 2 de marzo de 2015.
- Vázquez-Añón, M. and Jenkins, T. (2007). Effects of feeding oxidized fat with or without dietary antioxidants on nutrient digestibility, microbial nitrogen, and fatty acid metabolism. *Journal of Dairy Science*. 90(9): 4361-4867.
- Vázquez-Añón, M., Nocek, J., Bowman, G., Hampton, T., Atwell, C., Vázquez, P., and Jenkins, T. (2008). Effects of feeding a dietary antioxidant in diets with oxidized fat on lactation performance and antioxidant status of the cow. *Journal of Dairy Science*. 91(8): 3165-3172.
- Waldroup, P. W., Watkins, S. E., and Saleh, E. A. (1995). Comparison of two blended animal-vegetable fats having low or high free fatty acid content. *Journal of Applied Poultry Research*. 4(1): 41-48.
- Wiseman, J., Salvador, F., and Craigon, J. (1991). Prediction of the apparent metabolizable energy content of fats fed to broiler chicks. *Poultry Science*. 70(7): 1527-1533.
- Wright, C. (2013). ¿Qué tan competitiva es la avicultura mexicana?, en *elsitioavicola.com*. [En línea]. Disponible en: <http://www.elsitioavicola.com/poultrynews/26269/nqua-tan-competitiva-es-la-avicultura-mexicana#sthash.USJ4k-vkX.dpuf>. Fecha de consulta: 17 de febrero de 2015.
- Wu, H., Gong, L. M., Guo, L., Zhang, L., and Li, J. T. (2011). Effects of the free fatty acid content in yellow grease on performance, carcass characteristics, and serum lipids in broilers. *Poultry Science*. 90(9): 1992-1998.