Uso de un emulsionante nutricional en dietas de broilers: efectos en los parámetros productivos

S. TÉLLEZ[1], E. SUJKA[1], I. LÓPEZ[1] y A. CALLEJO[2]*

[1] Lípidos Toledo, S.A.; [2]Universidad Politécnica de Madrid, Dpto. de Producción Agraria, España. *antonio.callejo@upm.es

En la actualidad, la incorporación de grasas en las dietas de broilers es imprescindible para satisfacer las altas necesidades energéticas de las estirpes genéticas actuales, de elevada velocidad de crecimiento. No obstante, el uso de grasa en la alimentación de broilers plantea ciertos inconvenientes debidos a la baja digestibilidad de la misma en animales muy jóvenes o por el tipo de grasa utilizada. En los últimos años se ha prestado un creciente interés a la incorporación de aditivos nutricionales en la dieta con el objetivo tanto de aumentar la digestibilidad y niveles de absorción de la grasa como de abaratar el coste de la dieta, al disminuir el nivel de inclusión de grasa sin reducir la absorción de energía, precisamente por su mejor utilización digestiva. Uno de estos aditivos son los emulsionantes. En esta prueba se utilizó un emulsionante con presentación en forma de polvo, mezcla de protectores hepáticos y lisofosfolípidos, como sustitutivo de una parte de la grasa (manteca de cerdo). La prueba se desarrolló con 3.000 broilers, alojados en 24 parques de 125 animales iniciales cada uno. 12 de estos parques recibieron las dietas control (tratamiento 1) y los otros 12 las dietas experimentales (tratamiento 2). El cebo se dividió en 4 fases, de 0 a 7 días, de 8 a 21, de 22 a 30 y de 31 a 38 días, edad a la que fueron sacrificados. Las dietas experimentales consiguieron resultados significativamente mejores en la segunda fase del cebo en índice de conversión (1,38 vs 1,43) (p=0,026) y en consumo de pienso (80,50 g/ave y día *vs* 82,45 g/ave y día) (p=0,049). En otros parámetros (GMD, peso final y FEEP) y fases de cebo, las diferencias no son estadísticamente significativas si bien los números resultan ser favorables en los animales que recibieron las dietas experimentales. Finalmente, el coste de las dietas experimentales es más bajo que las dietas control (2,88 €/t).

Palabras clave: Broilers, emulsionante, grasa, aditivos

Abstract

Today the addition of fat in broilers diets is essential to meet the energy requirements of the current genetic strains, with high speed of growth. However, the use of fat in broilers feeding presents certain disadvantages derived of its low digestibility at early ages or by the type of fat used. In recent years there is a growing interest about the incorporation of nutritional additives in the diet in order not only to increase the digestibility and absorption of fat but also lowering the cost of the diet to reduce the level of fat without decreasing the absorption of energy, because of its better digestive use. One of these additives are the emulsifiers. In this test we used an emulsifier on powder, mix of hepatic protectors and lysophospholipids, as a substitute of a part of the fat (lard). The test was developed with 3,000 broilers, hosted on 24 pens with 125 initial animas each, 12 of whom received control diets (treatment 1) and the other 12 ones, experimental diets (treatment 2). The fattening period was divided into 4 phases, 0 to 7 days, from 8 to 21, 22 to 30 and 31 to 38 days, when they were sacrificed. The experimental diets got results significantly better in the second phase of the fattening period in Feed Conversion Rate (1.38 vs 1.43) (p = 0, 026) and daily feed intake (80,50 g/bird/day vs 82,45 g/bird/day) (p = 0, 049). For others parameters and phases of fattening period, the differences were not statistically significant although the figures were favorable for animals that received experimental diets. Finally, cost of those diets were lower than control diets (2,88 €/t).

Palabras clave: Broilers, biosurfactants, emulsifiers, additives

Introducción

La carne de pollo es la fuente de proteína de origen animal más importante, contribuyendo de forma significativa a la alimentación de la población, sobre todo en países subdesarrollados y en desarrollo. Por otra parte, el constante crecimiento de la población y el previsible mayor nivel de renta de la misma, dará lugar a que en los próximos 35 años sea necesario duplicar la producción actual de alimentos, para lo que una posible alternativa sea la de lograr que los animales sean capaces de producir carne, huevos o leche de forma más eficiente.

Los broilers o pollos de alta velocidad de crecimiento son animales muy eficientes en la transformación del alimento que ingieren en carne para la alimentación humana. La mejora genética de estos animales ha conseguido avances espectaculares a lo largo de las últimas décadas, estando dirigida esta genética a la rápida ganancia de peso y a un elevado rendimiento de la canal, sobre todo en piezas nobles como pechuga y muslos.

Esta alta velocidad de crecimiento implica también unas necesidades muy altas de energía metabolizable, necesidades que sólo pueden satisfacerse con el aporte de grasa en la dieta, pues no hay ninguna otra materia prima que contenga la energía que requiere el broiler para su crecimiento (Acevedo, 2012).

Químicamente, las grasas son triglicéridos, es decir, triésteres de ácidos grasos y glicerol. Son necesarias para el mantenimiento de la temperatura corporal, la síntesis de hormonas, el adecuado funcionamiento del sistema nervioso central y del metabolismo muscular (Bjorntorp, 1991). Las vitaminas, A, D, E y K son liposolubles, lo que significa que son digeridas, transportadas y absorbidas en presencia de grasas (Leeson, 1993). La grasa del alimento es la fuente principal de ácidos grasos esenciales, que no pueden ser sintetizados por el ave.

Junto a esto, la adición de grasa en las dietas animales disminuye la pulverulencia del alimento, incrementa su palatabilidad y la eficiencia de utilización de la energía consumida. Además, reduce la velocidad de transito del alimento a lo largo del tracto grastrointestinal, permitiendo una mejor absorción de los nutrientes presentes en la dieta (Baiao y Lara, 2005).

Sin embargo, se dan algunos problemas en el uso de grasa, su nivel de inclusión y digestibilidad en broilers. La digestibilidad de la grasa depende de diferentes características de la misma, como son la longitud de la cadena de los ácidos grasos, la composición de estos ácidos, su nivel de insaturación, la relación ácidos grasos insaturados:ácidos grasos saturados y del nivel de ácidos grasos libres (Gu y Li, 2003). Uno de los mayores problemas asociados con el uso de grasa en la alimentación de aves es la ineficiente digestión y absorción en pollitos jóvenes (Al-Marzooqi y Leeson, 1999), si bien esta deficiencia parece deberse más a una limitada secreción de lipasas que a una pobre digestibilidad *per se* (Navarro y Rovers, 2015).

Por otra parte, altos niveles de grasa en la dieta no sólo causan una mala digestión de las mismas sino que también forman jabones insolubles de calcio, provocando deficiencia de este elemento e indisponibilidad de la grasa a pesar de cuanto calcio se haya añadido a la dieta (Fedde *et al*., 1960; Whitehead *et al*., 1971; Whitehead y Fisher, 1975). Los cationes divalentes como el Ca presentes en la dieta se unen con moléculas de ácidos grasos dando lugar a la formación de jabón que no puede ser absorbido ni digerido en el tracto digestivo, resultando en un desperdicio tanto de grasa como de Ca (Tabeidian *et al*., 2010). La grasa de la dieta afecta también a la digestibilidad, absorción, ingestión y metabolismo de otros ingredientes de la dieta como carbohidratos, proteínas y minerales (Leeson, 1993; Katongole y March, 1980). El exceso de grasa en la dieta causa menor digestibilidad, menor ingestión de alimento y menor ganancia de peso, resultando en pérdidas económicas y comprometiendo la propia vida del ave.

Puesto que las grasas son un ingrediente esencial en la dieta de las aves pero, por otro lado, su exceso tiene serios impactos negativos, es preciso conseguir que un menor nivel de inclusión de grasa en la dieta sea utilizado con mayor eficiencia y que puedan ser digeridas más fácilmente sin tener efectos negativos en el rendimiento de las aves.

La digestión de la grasa ocurre en unas pocas etapas. Inicialmente, las grandes gotas de grasa son emulsionadas en el medio acuoso del aparato digestivo, a lo que contribuyen los movimientos peristálticos de éste. El agua y el aceite no son miscibles, por lo que las sales biliares contribuyen al proceso de mezclado, a modo de emulsionante natural. Las gotas de grasa formadas, más pequeñas, ofrecen una mayor superficie

de contacto a la acción de las lipasas, segregadas por el páncreas, responsables de hidrolizar o fragmentar la grasa. Las lipasas actúan sobre los triglicéridos, dando como resultado dos ácidos grasos libres y un monoglicérido. El siguiente paso es la formación de micelas, que son un conglomerado de moléculas de lípidos solubles en agua, conteniendo tanto grupos polares (hidrófilos o lipófobos) como no-polares (hidrófobos o lipófilos). Las moléculas son agrupadas dentro de las micelas de forma que los grupos polares se sitúan en contacto con la fase acuosa, mientras que las partes no-polares se sitúan en la parte central de las micelas. Las sales biliares y los monoglicéridos ayudan en la formación de estas micelas. Cuando éstas entran en contacto con la membrana de las microvellosidades intestinales son desintegradas para que los ácidos grasos libres puedan ser absorbidos por la parte lipofílica de la membrana citada.

Las aves jóvenes tienen una limitada capacidad de producir sales biliares por lo que la digestibilidad de la grasa es limitada en edades tempranas. Por otra parte, las características de la grasa de la dieta pueden comprometer también su digestibilidad. La mezcla de triglicéridos con elevadas cantidades de ácidos grasos libres impide la formación de monoglicéridos y disminuyen su capacidad emulsionante. Los ácidos grasos insaturados de cadena larga y monoglicéridos forman micelas rápidamente, mientras que los saturados tienen menor capacidad de formar micelas debido a su menor polaridad.

Estas limitadas capacidades fisiológicas del sistema digestivo de las aves así como la menor digestibilidad de algunas fuentes de grasa "obliga" a adoptar estrategias exógenas o endógenas para aumentar la digestión y absorción de los nutrientes de la dieta. La adición de emulsionantes (o surfactantes) sintéticos es una posibilidad relativamente reciente comparado con otros aditivos alimentarios. Los emulsionantes o surfactantes actúan incrementando la superficie activa de las grasas, permitiendo una mayor acción de las lipasas y favoreciendo la formación de micelas, etapa esencial en la absorción de lípidos, ya que crean un gradiente de difusión que incrementa la absorción. Su efecto positivo es más pronunciado cuanto menor sea la digestibilidad de la grasa, así como con elevados niveles de grasa añadida.

Los fosfolípidos son lípidos compuestos, ésteres de glicerol que contienen dos cadenas de ácidos grasos más otro grupo químico como colina o serina. Los más importantes son los fosfolípidos, que contienen fosfato en sus estructuras. Los fosfolípidos comunes tienen una cabeza polar (hidrófila), que puede ser una colina, una etanolamina o una serina, junto con el fosfato y el glicerol. En el caso de los lisofosfolípidos únicamente se observa una única cadena de ácido graso en la parte hidrófoba de la molécula.

Aunque los lisofosfolípidos representan tan sólo un pequeño porcentaje (<1%) del total de lípidos de la membrana celular, juegan un papel fundamental pues se comportan como moduladores de la fluidez de la membrana, y es a través de esta capacidad como puede modificar su permeabilidad. Cuando la membrana celular contacta con un exceso de lisofosfolípidos, estos lípidos exógenos son integrados en la bicapa lipídica de la membrana, que rápidamente se vuelve más fluida y, por tanto, más permeable.

Por otra parte, los lisofosfolípidos tienen la capacidad de formar micelas de menor tamaño que las que formadas por los fosfolípidos y, por tanto, de más fácil y rápida absorción, facilitando así la absorción de macronutrientes y micronutrientes. Finalmente, debido a su tamaño, forma y carga, los lisofosfolípidos son mejores emulsionantes de grasa en agua que los fosfolípidos comunes.

El objetivo de este trabajo fue ver el efecto de la adición de un emulsionante nutricional en una dieta de broilers sustituyendo parte de la grasa animal añadida en dicha dieta. Este aditivo se presenta en forma de polvo y es una mezcla de protectores hepáticos y de lisofosfolípidos.

Material y Métodos

La prueba se desarrolló en una granja experimental localizada en la provincia de Lérida (España). Para la prueba se utilizaron 3.000 pollitos de 1 día (machos y hembras Ross 308), divididos en 24 parques con 125 pollos cada uno. Se utilizaron 2 tratamientos, el tratamiento control y el experimental, asignando aleatoriamente 12 corrales a cada tratamiento, es decir, 1.500 animales, si bien se consideró importante que la distribución de los tratamientos fuese representativa de las condiciones de la nave. Es decir, que en las ubicaciones más favorables y más desfavorables de la nave (por ejemplo, desde el punto de vista de las condiciones ambientales) hubiera, al menos, un parque de cada tratamiento. La distribución de los animales en los parques se hizo también de forma aleatoria

- LOTE CONTROL (T1)
- LOTE EXPERIMENTAL (T2)

La prueba se desarrolló en 4 fases, coincidiendo cada una con las 4 dietas que se aportaron: 1ª fase, de 1 a 7 días de edad, 2ª, de 8 a 21, 3ª, de 22 a 30, y 4ª, de 31 a 38.

DIETAS:

LOTE CONTROL (T1): se emplearon 4 dietas convencionales tal como se expresa a continuación:

- Dieta Fase 1 (1-7 días): incluye 0 kg de manteca de cerdo/tonelada de pienso.
- Dieta Fase 2 (8-21 días): incluye 15,10 kg de manteca/tonelada de pienso
- Dieta Fase 3 (22-30 días): incluye 46,30 kg de manteca/tonelada de pienso
- Dieta Fase 4 (31 -38 días): incluye 46,50 kg de manteca/tonelada de pienso

LOTE EXPERIMENTAL (T2): en este lote se sustituyó la grasa añadida en las raciones anteriores del siguiente modo:

- Dieta Fase 1 (1-7 días): incluye 0 kg de manteca/tonelada de pienso. La misma dieta que el lote control.
- Dieta Fase 2 (8-21 días): Se dejan 5,10 kg de manteca, sustituyendo 10 kg de manteca por 1 kg de emulsionante/tonelada de pienso + 9 kg de cereal (maíz troceado)/tonelada.
- Dieta Fase 3 (22-30 días): Se dejan 36,30 kg de manteca, sustituyendo 10 kg de manteca por 1 kg de emulsionante /tonelada de pienso + 9 kg de cereal (maíz troceado)/tonelada
- Dieta Fase 4 (31 -38 días): Se dejan 36,50 kg de manteca, sustituyendo 10 kg de manteca por 1 kg de emulsionante /tonelada de pienso + 9 kg de cereal (maíz troceado)/tonelada

El conjunto de los animales de cada parque se pesó el día de su llegada al alojamiento y coincidiendo con los cambios de dieta, es decir, los días 1, 7, 21 y 30, así como el último día (día 38), previo al sacrificio. Ello permitió calcular, posteriormente, la velocidad de crecimiento en cada tramo en que se dividió la prueba. Asimismo, se controló el consumo de los animales de cada parque, para el posterior cálculo del índice de conversión en cada tramo y en el período total de cebo. Del mismo modo, el control del consumo por parque y el registro diario de la mortalidad permitió calcular el consumo diario, en gramos por ave.

Finalmente, el cálculo de la ganancia media diaria de peso, de la mortalidad acumulada a lo largo del cebo y del incide de conversión global permitió el cálculo del Factor Europeo de Eficiencia de la Producción (FEEP).

Los datos fueron analizados mediante el software StatGraphics Centurion, v.XVII. Las medias fueron comparadas mediante el test LSD, con una probabilidad $p<0,05$

Resultados

Por lo que respecta al Índice de Conversión (IC) del alimento (Tabla 1), el uso de emulsionante tuvo un claro efecto, estadísticamente significativo en la segunda fase del cebo (8-21 días), en tanto que en el resto de fases, las diferencias no fueron estadísticamente significativas. Tampoco hubo diferencia significativa cuando se considera el período global del cebo, aunque el IC del Tratamiento 2 (con emulsionante) es ligeramente inferior.

Abbas *et al*. (2016) obtienen unos resultados contrarios a los de nuestro ensayo, por cuanto obtienen mejor IC con dietas que incluyen emulsionante pero en el período de finalización (no indican el día en que comienza este período), mientras que en el período inicial del cebo no obtienen resultados significativamente distintos. En el trabajo citado, el IC siempre es más favorable con el uso de dietas que incluyen emulsionantes, si bien se utilizan distintos niveles de grasa y eso seguramente condiciona los resultados.

Tabla 1. Efecto de la dieta experimental sobre el Índice de Conversión (IC) ***(SEM: error estándar de la media)***

	n	IC (0-7 d)	IC (8-21 d)	IC (22-30 d)	IC (31-38 d)	IC (0-38 d)
T 1 (CONTROL)	12	1,27	1,43	1,7	1,97	1,64
T 2 (EXPERIMENTAL)	12	1,3	1,38	1,71	1,98	1,63
SEM		0,01	0,014	0,013	0,033	0,007
p		0,1	**0,026**	0,5	0,79	0,5

La ganancia media diaria de peso no dependió del uso de emulsionante en la dieta, al menos desde el punto de vista estadístico (Tabla 2). Sí se observa mayor velocidad de crecimiento sobre todo en la fase 2, entre 8 y 21 días, así como en la fase 3 y en el período global de cebo.

Tabla 2. Efecto de la dieta experimental sobre la Ganancia Media Diaria (GMD) de peso (g/ave y día)

	n	GMD (0-7 d)	GMD (8-21 d)	GMD (22-30 d)	GMD (31-38 d)	GMD (0-38 d)
T 1 (CONTROL)	12	19,33	57,99	88,1	96,73	67,25
T 2 (EXPERIMENTAL)	12	19,32	58,56	88,29	96,64	67,47
SEM		0,117	0,256	0,879	2,007	0,44
p		0,95	0,13	0,88	0,97	0,72

Aunque Abbas *et al* (2016) tampoco encuentran diferencias significativas, la ganancia total de peso y la velocidad de crecimiento (g/ave y día) también es mayor en los animales que consumieron dietas que incluían emulsionante nutricional).

Guerreiro Neto *et al*. (2011) obtuvieron resultados muy similares a los nuestros, pues las diferencias entre la inclusión o no inclusión de emulsionante en las dietas sólo fueron significativamente diferentes en la ganancia de peso y en el índice de conversión medidos a los 14 días de cebo, en tanto a los 7 días y al final del cebo (42 días), las diferencias únicamente fueron favorables numéricamente hablando cuando se utilizó emulsionante.

El uso de emulsionante también tuvo incidencia sobre el consumo del alimento (Tabla 3). En la segunda fase del cebo, los animales alimentados con la dieta experimental tuvieron un consumo significativamente más bajo (p=0,049) que los que recibieron la dieta control. En el resto de fases en las que se dividió el cebo, el empleo de emulsionante no dio lugar a diferencias de consumo estadísticamente significativas, observándose un consumo global a lo largo del cebo prácticamente igual.

Estos resultados coinciden parcialmente con los de Abbas *et al.* (2016), por cuanto estos autores tampoco encuentran diferencias en el consumo en el global del cebo en animales que consumieron dietas con emulsionante o sin él. Tampoco encontraron diferencias en las dietas estárter, probablemente por no haber diferenciado el período de arranque del cebo en dos fases, como hemos hecho en nuestro estudio. Navarro y Rovers (2014) obtuvieron mejores resultados cuando utilizaron emulsionante, significativos en el peso final y en el Índice de Conversión, y con una clara tendencia a un menor consumo (p=0,07). Melegy *et al.*(2010) obtuvieron incrementos significativos de la ingestión de pienso en broilers cuando incluyeron lisolecitina en las dietas como emulsionante de la grasa

Tabla 3. Efecto de la dieta experimental sobre el consumo de alimento (en g/ave y día)

	n	Consumo (0-7 d)	Consumo (8-21 d)	Consumo (22-30 d)	Consumo (31-38 d)	Consumo (0-38 d)
T 1 (CONTROL)	12	24,48	82,45	149,38	188,24	110,8
T 2 (EXPERIMENTAL)	12	24,99	80,5	150,39	189,34	110,78
SEM		0,292	0,66	1,21	2,35	0,76
p		0,23	**0,049**	0,56	0,74	0,99

Por lo que respecta a los resultados obtenidos en el peso vivo final de los broilers (Tabla 4), al término del período de cebo, las diferencias debidas al uso de dietas experimentales no fueron significativas, aunque se observa una pequeña diferencia a favor de los broilers que consumieron las dietas experimentales.

Tabla 4. Efecto de la dieta experimental sobre el Peso Final de los broilers

	n	PESO FINAL (g)
T 1 (CONTROL)	12	2556
T 2 (EXPERIMENTAL)	12	2564
SEM		16,57
p		0,72

Maertens *et al*. (2015) también obtuvieron mejores resultados, aunque no significativamente diferentes, a los 28 días de cebo utilizando dos dietas con dos emulsionantes distintos y menor nivel energético que la dieta control al sustituir parte de la grasa por trigo. Los resultados fueron, sin embargo, muy similares cuando se consideró el período total de cebo de 39 días, lo que indica que el uso de emulsionantes mejora los resultados en las 3-4 primeras semanas de cebo.

Guerreiro Neto *et al*. (2011) no encontró diferencias por la inclusión o no de emulsionantes en los resultados obtenidos en broilers de 7 días de edad, lo que nos llevó a considerar no incluirlos en nuestro ensayo para la fase 1. Jeason y Kellog (1992) y Nir *et al.* (1993) consideran que durante esta primera semana la actividad de la lipasa es baja y el uso de emulsionante no aporta efectos adicionales.

Tampoco fueron significativas las diferencias en lo que concierne al Factor Europeo de Eficiencia de la Producción (FEEP) (Cuadro 5), definido como el producto de la velocidad de crecimiento (kg/ave y día), de la viabilidad de los animales (%) y del inverso del Índice de Conversión, multiplicado por 100.

$$FEEP = GMD(kg/ave\ y\ día) \times Viabilidad\ (\%) \times \frac{1}{IC} \times 100$$

Tabla 5. Efecto de la dieta experimental sobre el Factor Europeo de Eficacia de la Producción (FEEP)

	n	FEEP
T 1 (CONTROL)	12	390
T 2 (EXPERIMENTAL)	12	391
SEM		3,49
p		0,8

Los resultados obtenidos nos permiten aseverar que el uso de emulsionante o emulsionante en las dietas de broilers no empeora los resultados del cebo, mejorándolos significativamente en alguna de las fases consideradas. Es importante destacar que el coste del pienso sí es menor al utilizar emulsionante pues se sustituye parte de una materia prima costosa, como es la manteca de cerdo (750 €/t), por un aditivo más barato (3,00 €/kg) y por maíz (180 €/t), lo que permite fabricar un pienso más barato (Tabla 6).

Tabla 6. Diferencial de coste entre el tratamiento 1 (control) y el tratamiento 2 (experimental), que incluye un emulsionante

		FASE 2				FASE 3				FASE 4			
	Precio (€/t)	**Tratamiento 1**		**Tratamiento 2**		**Tratamiento 1**		**Tratamiento 2**		**Tratamiento 1**		**Tratamiento 2**	
		kg/t	**Coste (€/t)**	**kg/t**	**Coste (€/t)**	**kg/t**	**Coste (€/t)**	**kg/t**	**Coste (€/t)**	**kg/t**	**Coste (€/t)**	**kg/t**	**Coste (€/t)**
Manteca	750	15,1	11,325	5,10	3,825	46,3	34,725	36,30	27,225	46,5	34,875	36,5	27,375
Maíz	180			9	1,620			9	1,620			9	1,620
Emulsionante	3 €/kg			1	3,000			1	3,000			1	3,000
Total			11,325		8,445		34,725		31,845		34,875		31,995
Diferencial (€/t)					*-2,880*				*-2,880*				*-2,880*

Conclusiones

Los resultados obtenidos en la prueba realizada nos permiten obtener las siguientes conclusiones:

1. La inclusión de un emulsionante (emulsionante) en la dieta de broilers permite sustituir una parte importante de la grasa añadida al pienso.
2. Los resultados obtenidos a lo largo de 38 días de cebo no son significativamente diferentes entre un tratamiento y otro, aunque los valores obtenidos con el tratamiento 2 son ligeramente más favorables.
3. Sí se obtienen resultados significativamente diferentes, favorables al tratamiento 2, en la fase 2 del cebo, entre los días 8 y 21, en los parámetros Índice de Conversión y velocidad de crecimiento (g/ave y día)
4. La sustitución de parte de la grasa añadida al pienso por un emulsionante nutricional permite abaratar notablemente el coste de la dieta, del orden de 2,88 €/tonelada métrica.

Referencias

ABBAS, M.T., M. ARIF, M. SAEED, M. REYAD-UL-FERDOUS, M. A. HASSAN.M.A. ARAIN y REHMAN, A. (2016) Emulsifier effect on fat utilization in broiler chicken. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances.* **11**:158-167.

ACEVEDO, D. (2012) El aporte de grasa en la dieta de broilers. http://www.agrytec.com/pecuario/index.php. Consultado el 20 de diciembre de 2016.

AL-MARZOOQI, W. y LEESON, S. (1999) Evaluation of dietary supplements of lipase, detergent, and crude porcine pancreas on fat utilization by young broiler chicks. *Poultry Science* **78**:1561-1566.

APSA SPECIALITIES (2016) Lysophospholipids and fat digestibility. Información comercial.

BAIAO, N.C. y LARA, L.J.C. (2005) Oil and Fat in Broiler Nutrition. *Brazilian Journal of Poultry Science* **7(3):**129-141.

BJORNTORP, P. (1991) Importance of fat as a support nutrient for energy: Metabolism of athletes. *Journal of Sports Sciences* **9**:71-76.

FEDDE, M.R., WAIBEL, P.E. y BURGER, R.E. (1960) Factor affecting the absorbability of certain dietary fats in the chick. *Journal of Nutrition* **70**:447-452.

GU, X. y LI, G. (2003). Fat nutrition and metabolism in piglets, a review. *Animal Feed Science and Technology* **109**:151-170.

GUERREIRO NETO, A.C., A.C. PEZZATO, A.C., SARTORI, J.R., MORI, C., CRUZ, V.C., FASCINA, V.B., PINHEIRO, D.F., MADEIRA, L.A. y GONÇALVEZ, J.C. (2011) Emulsifier in Broiler Diets Containing Different Fat Sources. *Brazilian Journal of Poultry Scie*nce **13(2):**119-125.

JEASON, S.E. y KELLOG, T.F. (1992). Ontogeny of taurocholate accumulation in terminal ileal mucosal cells of young chicks. *Poultry Science* **71**:367-372.

KEMIN COMPANY (2015) The difference between absorption enhancers and emulsifiers. All About Feed. Digital Magazine. http://www.allaboutfeed.net/Feed-Additives/Artices/2015/6/. Consultado el 3 de enero de 2017.

KATONGOLE, J.B.D. y MARCH, B.E. (1980) Fat utilization in relation to intestinal fatty acid binding protein and bile salts in chicks of different ages and different genetic sources. *Poultry Science* **59**:819-827.

LEESON, S. (1993) Recent Advances I fat Utilization by Poultry. *In: recent Advance in Animal Nutrition in Australia*, Farrell, D.J. (Ed.). University of New England, Armidale, Australia, pp: 170-181.

MAERTENS, L., SEGERS, L., ROVERS, M., VAN DER, A.A, y LELEU, S. (2013) The effect of different emulsifiers on fat and energy digestibility in broilers. *Proceedings from 18th European Symposium of Poultry Nutrition* **19**:pp V-80.

MAERTENS, L., LELEU, S., ROVERS, M., SEGERS, L. y DELEZIE, E. (2015) The addition of a nutritional emulsifier improves broiler performance in an energy diluted diet. *Proceedings from 20th European Sympoium of Poultry Nutrition,* 24-27 August, Prague, Czec Republic. P-044 (ID 168).

MELEGY, T., KHALED, N., EL-BANA, R. y ABDELLATIF, H. (2010) Dietary fortification of a natural surfactant, lysolecithin in broiler. *African Journal of Agricultural Research* **5**:2886-2892.

NAVARRO, H.A. y ROVERS, M. (2015) El uso de un emulsificante nutricional en el aprovechamiento de la grasa y la energía en dietas para pollo de engorde. *XL Convención Anual ANECA*. 29 de abril-2 de Mayo. Riviera Maya, Quintana Roo, México. Pp: 421-427.

NIR, I., NITSAN, Z. y MAHAGUA, M. (1993). Comparative growth and development of the digestve organs and some enzyes in broiler and egg type chicks after hatching. *British Poultry Science* **34**:523-532.

NRC (1994) Nutrient Requirements for Poultry. 9th Ed. National Academy Press, Washington, DC. USA. ISBN-13:9780309048927, Pages: 155.

ROVERS, M. (2013) Improving fat digestibility lowers cost price. *World Poultry Magazine*, **29(7)**

TABEIDIAN, S.A., GHAFOORI, M., BAHRAMI, Y., CHEKANI-AZAR, S. y TOGHYANI, M. (2010) Effect of different levels of dietary fat on broiler performance and production cost with emphasis on calcium and phsphorus absorption. *Global Veterinaria* **5**:54-60.

WHITEHEAD, C.C., DEWAR, W.A. y DOWNIE, J.N. (1971) Effect of dietary fat on mineral retention in the chick. *British Poultry Science* **12**:249-254.

WHITEHEAD, C.C. y FISHER, C. (1975) The utilization of various fats by turkeys of different ages. *British Poultry Science* **16**:481-485.