

UTILIZACION DE GRASAS Y SUBPRODUCTOS LIPIDICOS EN MONOGASTRICOS

S. Dolz
Piensos HENS - CARGILL

1.- INTRODUCCIÓN

La utilización de grasas en la industria de la producción de piensos se ha visto incrementada paralelamente con las mejoras en el potencial productivo de las diferentes especies. En situaciones prácticas resulta muy difícil diseñar programas para broilers o cerdos de alto potencial productivo sin añadir grasas a las dietas. Como fuente energética, las grasas son muy superiores al resto de las materias primas que se encuentran en el mercado, y en condiciones normales de precios, su inclusión oscila entre el 50 y el 75 % de la grasa total presente en las dietas de monogástricos. Una de las dificultades para su utilización es la precariedad de la condición del gránulo a niveles de inclusión elevados. Sin embargo, la utilización de procesos como la extrusión y expansión han permitido incrementar notablemente los niveles de inclusión sin afectar a la calidad física del producto final.

A pesar de que las grasas " " presentan unas características nutricionales excepcionales, hay que tener presente que existen toda una serie de factores externos a la materia prima que modifican sus propiedades nutritivas (interacciones) y que pueden ser más importantes que la propia grasa utilizada. Así pues, las características nutricionales de las grasas no sólo dependen de su composición química, sino que aspectos como la dieta en que la que se incluyen tienen mayor importancia de la que tradicionalmente se ha considerado.

En este trabajo se pretende ofrecer una breve visión general de la utilización de grasas en monogástricos, partiendo de las características intrínsecas de la propia grasa y reseñando aquellos factores externos que afectan a su utilización. Siempre se ha partido de la suposición de que las grasas tienen una calidad óptima, es decir no están deterioradas y no superan un contenido razonable en humedad, impurezas e insaponificables. No es motivo de este trabajo presentar los controles de calidad necesarios para caracterizar las distintas grasas, pero se ha hecho una breve reseña sobre el tema a fin de indicar que resulta crítico que las grasas tengan unas características cualitativas adecuadas para mostrar todo su potencial energético. De no

ser así, todo lo expuesto pierde valor. De hecho, los polímeros suponen un valor energético negativo, los peróxidos provocan sabores anómalos y consumen antioxidantes naturales, como las vitaminas E y C.

Otro aspecto importante que afecta a la utilización de las grasas es su repercusión en la calidad de la carne o huevos producidos. Este aspecto cada día tiene mayor importancia debido a la inquietud de los consumidores por lo que se considera "saludable" (productos ricos en ácidos grasos poliinsaturados), poca grasa y consistencia adecuada.

2.- TIPOS DE GRASAS COMERCIALIZADAS

En el mercado se encuentran disponibles para la fabricación de piensos compuestos, diversos productos y subproductos lipídicos que se conocen con el nombre genérico de grasas y engloban todos aquellos compuestos que son insolubles en agua y solubles en disolventes orgánicos no polares. La mayor parte de las grasas comercializadas son triglicéridos y ácidos grasos libres, aunque fosfoglicéridos, esfingolípidos, ceras, terpenos, esteroides y prostaglandinas también forman parte de los lípidos.

Las grasas, debido a su origen o procesado, presentan oportunidades de utilización muy diferentes en función de la especie destino, estado fisiológico y tipo de producción. Las grasas que comúnmente se comercializan para la industria de piensos las podemos clasificar en los siguientes grupos:

GRASAS RECUPERADAS	GRASAS ANIMALES ACEITES DE COCINA	SEBO MANTECA GRASAS AVES ACEITE DE PESCADO
ACEITES CRUDOS	SOJA COLZA GIRASOL LINAZA	
SUBPRODUCTOS INDUSTRIALES	ACEITES ÁCIDOS (OLEÍNAS) DESTILADOS	
MEZCLAS TÉCNICAS		

Las grasas animales son utilizadas ampliamente en España y se obtienen de los subproductos de tejidos animales durante su procesado para la comercialización de la carne. Proceden pues, de deshechos de mataderos, plantas procesadoras y carnicerías. Dependiendo del origen de la materia prima procesada se puede obtener sebo de vacuno, manteca de cerdo y grasa de aves, tanto puros como mezclados. Los aceites de pescado no suelen utilizarse en nuestro país debido a su precio, su inestabilidad y a que pueden dar lugar a sabores anómalos

al producto final. A pesar de ello y debido a la bonanza de su composición en ácidos grasos poliinsaturados, existe cierta utilización en piensos de avicultura de puesta.

Los aceites de recuperación de cocina son aceites vegetales refinados que han sido utilizados por la industria de alimentación humana. Son productos muy variables, tanto por el origen de los distintos aceites como por el procesado térmico al que han sido sometidos.

Los aceites crudos son, en general, los que suelen presentar mayor calidad dado que no han sido sometidos a utilización previa alguna, no son mezclas y se suelen procesar correctamente. El más utilizado es el aceite de soja, aunque también se encuentran de colza, girasol y linaza, todos ellos muy insaturados. Por contra, los aceites de coco y palma son mucho más saturados, con oportunidades de utilización diferentes a los anteriormente mencionados.

Las oleínas o aceites ácidos son el subproducto del refinado de aceites para la alimentación humana. Los aceites se tratan primero con una solución acuosa para eliminar las gomas y todo aquello soluble en agua (entre otros, fosfolípidos). A continuación, se trata el aceite con una solución alcalina para que los ácidos grasos libres formen jabones que se extraen con agua. Estas pastas se tratan con una solución ácida para liberar los ácidos grasos nuevamente. En el mercado se suelen encontrar oleínas de soja, girasol, oliva y sus mezclas. Otro proceso para eliminar los ácidos grasos libres de los aceites es por destilación. Así se obtienen productos muy puros con elevados porcentajes de ácidos grasos libres (>90 %).

La industria de mezclas de grasas fabrica productos adaptados a las necesidades de los fabricantes de piensos que deseen disponer de productos específicos (cierto perfil de ácidos grasos, cierta mezcla de grasas) y también ofrece mezclas estándar para diversas especies (ponedoras, ibérico, lechones, rumiantes, entre otras). Para la obtención de mezclas, los fabricantes parten de las grasas disponibles en el mercado: oleínas, aceites de cocina, grasas animales, destilados (palma) y aceites crudos (soja). En el cuadro 1 se muestra la composición en los principales ácidos grasos de diferentes fuentes de grasas.

3.- VALOR NUTRICIONAL DE LAS GRASAS EN MONOGÁSTRICOS

Las grasas se utilizan en la producción de piensos principalmente como fuente de energía y de ácidos grasos esenciales. Además, la utilización de grasas tiene una serie de ventajas físicas y nutricionales que las hacen prácticamente insustituibles en la industria de piensos compuestos. Si la calidad del producto es aceptable, su utilización no presenta ningún inconveniente excepto el de la inversión necesaria para su dosificación. Gracias a las propiedades físicas de las grasas, su utilización permite disminuir el polvo tanto en el proceso de fabricación como en el producto terminado, reduce el mantenimiento de la maquinaria por su efecto lubricante, a determinados niveles mejora la condición del gránulo y el aspecto del producto final. Además mejora la palatabilidad del pienso y facilita la absorción de otros compuestos liposolubles de la dieta, como algunas vitaminas y pigmentos. .

Cuadro 1.- Composición aproximada (% Grasa verdadera) en ácidos grasos de diferentes fuentes de grasa

GRASA	C12:0	C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3
COCO	47	18	9	-	2,5	7	2,5	-
LINAZA	-	-	4,8	-	3,6	17,7	16,1	53,1
MAIZ	-	-	10,5	0,5	2,5	32,5	52	1
OLIVA	-	-	10,5	0,7	2,4	69,2	12	0,8
PALMA	-	1	40	0,5	5	40	12	0,5
GIRASOL	-	-	5,9	0,8	4,5	18,9	64	0,1
COLZA	-	0,5	3,5	-	1	13	14	9
CARTAMO	0,1	0,1	6,5	-	2,4	10,8	79,4	0,1
SolA	-	0,1	10,4	-	3,7	23,3	52,6	4,2
POLLO	0,1	1	19,1	7,1	4,9	43,6	22,5	0,9
SEBO	-	2,3	23,6	2,2	18	31,5	3,3	0,5
MANTECA	-	1,5	24	2,3	14,5	39,5	8	0,8

3.1.- Ácidos grasos esenciales

Las grasas son fuente de ácidos grasos esenciales. Generalmente los monogástricos son capaces de sintetizar ácidos grasos poliinsaturados de las familias n-7 y n-9 pero no de la familia n-6 (linoleico, araquidónico) que se consideran esenciales y por tanto deben proporcionarse en la ración. Los ácidos grasos de otras familias no son esenciales, excepto el grupo n-3 (linoléico) que puede tener alguna actividad esencial (Wiseman, 1991). La mayoría de las especies pueden sintetizar araquidónico a partir de linoleico, por lo que el araquidónico deja de ser esencial si existe suficiente linoleico en la dieta. Estos ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga son componentes importantes de los fosfolípidos estructurales de las membranas y orgánulos celulares y actúan como precursores de prostaglandinas y sustancias relacionadas.

La adición a las dietas de niveles adecuados de estos ácidos grasos esenciales repercute favorablemente sobre la producción animal. En general, se suelen imponer en las dietas niveles mínimos para el linoleico, aunque en algunos casos también se utilizan límites máximos de este ácido graso para evitar consistencias de grasa no deseables en la canal. En la práctica, es difícil encontrar dietas deficientes en ácidos grasos esenciales. No obstante, en ese caso, repercutirían negativamente en el crecimiento y provocarían lesiones dérmicas. Del mismo modo, es difícil determinar las necesidades debido a las interacciones que se producen entre ellos y con el resto de la dieta (Cunnane, 1984). Para determinar si una dieta aporta la cantidad suficiente de ácidos grasos esenciales, se ha sugerido utilizar la relación entre ácidos grasos trienoicos (20:3n9) frente a los tetraenoicos (20:4n6). Cuando la relación 20:3n9/20:4n6 es menor a 0,4 las necesidades de linoleico en pollos quedarían cubiertas (Holman, 1960).

3.2.- Digestión y absorción de las grasas

La digestión de las grasas en monogástricos tiene lugar fundamentalmente en el duodeno. Aquí la grasa se emulsiona debido a la acción de las sales biliares liberadas, gracias a que la presencia de alimento en el duodeno estimula la secreción de hormonas intestinales que producen la contracción de la vesícula biliar y la secreción de jugos del páncreas. Las sales biliares son potentes emulsificantes, una parte de la molécula es soluble en agua y otra parte lo es en grasa. Los movimientos del tracto intestinal, junto con el efecto detergente de las sales biliares, rompen los glóbulos de grasa aumentando la superficie de contacto entre la grasa y las lipasas pancreáticas encargadas de su hidrólisis. Los productos de la hidrólisis son fundamentalmente ácidos grasos libres y monoglicéridos (ocupando el ácido graso la posición 2). Los ácidos grasos libres y monoglicéridos deben incorporarse en micelas para poder ser absorbidos por difusión pasiva en la mucosa intestinal.

Los monoglicéridos son también potentes emulsificantes y contribuyen a la formación de micelas gracias a que poseen una polaridad apreciable por sus grupos hidroxilo libres. Por tanto, la digestión de las grasas será más o menos eficaz, en función de su emulsión y capacidad de formación de micelas.

3.3- Efecto del tipo de grasa sobre su valor nutritivo

Aunque la composición en ácidos grasos de la grasa determine su valor nutritivo, la absorción de ácidos grasos varía en función de la grasa que lo contenga (Carlson y Bayley, 1968; Davis y Lewis, 1969). La cantidad de energía que una grasa puede aportar dependerá pues de la cantidad de micelas que puedan formarse para poder ser absorbidas en el intestino delgado. La concentración de micelas ácido graso/monoglicérido/sales biliares en el lumen intestinal depende de diversos factores: grado de saturación de la grasa, longitud de cadena de los ácidos grasos, concentración relativa de ácidos grasos libres y esterificados, y posición de los ácidos grasos saturados en la molécula de glicerol.

Cuanto mayor es la saturación de los ácidos grasos presentes en una grasa, menor es el potencial de formación de micelas y por tanto, peor eficacia digestiva que en el caso de ácidos grasos insaturados (Freeman et al., 1968). Los ácidos grasos saturados son menos polares que los insaturados y por tanto presentan más dificultades para incorporarse/formar micelas. Además, cuanto mayor es la saturación de las grasas mayor cantidad de sales biliares son necesarias para su emulsión y formación de micelas, resultando en una reducción en la absorción de grasa. Por esta razón la digestibilidad del sebo es inferior a la de la manteca y ésta inferior a la de los aceites vegetales insaturados. En el cuadro 2 se presentan los valores energéticos obtenidos con diferentes grasas, en pollos de 4 semanas de vida.

Cuadro 2.- Composición en ácidos grasos, % de ácidos grasos polinsaturados (AGPI), % Palmítico+Estearico (PA+ES) y Energía Metabolizable Aparente (EMA, kcal/kg) de diferentes aceites y grasas en broilers de 4 semanas de edad (Scheele y Versteegh, 1987).

TIPO DE GRASA	%AGPI	% PA + ES	EMA ¹
Sebo	7,9	39,9	5855 ^a
Grasa animal mezcla	9,3	31,6	6715 ^b
Grasa de pollo	16,4	23,3	7194 ^c
Ac. Palma	11,0	45,6	6166 ^a
Ac. Coco	10,2	4,0	7552 ^d
Ac. Soja	60,0	15,3	8460 ^e
Ac. Linaza	74,7	8,4	8126 ^{de}
Ac. Colza	32,7	6,9	8006 ^{de}

¹P<0,05.

El potencial de formación de micelas y absorción de los ácidos grasos saturados aumenta por la presencia de ácidos grasos insaturados o monoglicéridos, y por tanto el valor nutritivo de estos ácidos grasos saturados se incrementa en presencia de insaturados (Bayley y Lewis, 1965; Carlson y Bayley, 1968; Freeman et al., 1968; Martin, 1977). Si bien parece que este hecho está claro a nivel molecular, es decir en la propia grasa, hay diversas opiniones con

Cuadro 3.- Valores de Energía Metabolizable Aparente (EMA, kcal/kg) de una mezcla de grasa animal y aceites puros y de mezclas del 70% de grasa y 30% de aceite (Scheele y Versteegh, 1987).

Tipo de grasa	EMA	EMA de la mezcla 70-30	
		Observada	Calculada
Grasa animal	5377		
Ac. Soja	7839	7146	6118
Ac. Cártamo	7744	7170	6094
Ac. Linaza	7528	6907	6023
Ac. Colza	7433	6381	6000
Ac. Coco	7003	6596	6000
Ac. Oliva	7289	5497	5951

En un experimento realizado con lechones post-destete, Goihl (1989) observó que el aceite de coco presentaba una digestibilidad superior al aceite de maíz y al sebo durante la primera semana post-destete. Sin embargo, durante las 4 primeras semanas postdestete las diferencias entre digestibilidades se reducían, si bien el aceite de coco siempre presentaba una mayor digestibilidad (cuadro 4).

Cuadro 4.- Digestibilidad de diferentes grasas en lechones postdestete (Goihl, 1989).

Tipo de grasa	Sebo	Ac. Maiz	Ac. Coco
Grasa, %	8	8	8
Digestibilidad, %			
Semana 1	75	76	82
Semanas 1-4	82	85	87

La presencia de ácidos grasos no esterificados (no formando triglicéridos) en una grasa, supone una menor formación de monoglicéridos cuando la grasa sufre la emulsión al comienzo de su digestión. Como los monoglicéridos son compuestos muy polares e intervienen directamente en la formación de micelas, la ausencia de éstos repercute negativamente en el valor nutricional de las grasas (Young, 1961; Sklan, 1979).

Wiseman y Salvador (1990) observaron en aves un descenso progresivo de la EMA de las grasas al aumentar el contenido de ácidos grasos libres. Este efecto depende del grado de saturación de la grasa. Cuanto más saturada es la grasa, mayor es la reducción de su contenido en energía metabolizable al aumentar el nivel de ácidos grasos libres (cuadro 5).

Además este descenso progresivo del valor energético de las grasas al aumentar su contenido en ácidos grasos libres es mucho más pronunciado en aves jóvenes que en las viejas.

Cuadro 5.- Efecto del contenido en ácidos grasos libres (AGL) sobre los valores de Energía Metabolizable Aparente (EMA) de grasas en pollos (Wiseman y Salvador, 1990).

Tipo de grasa	AGL (g/kg)	EMA	
		1,5 semanas	7,5 semanas
Sebo + Ac. ácido de sebo	138,4	30,9	23,9
	341,5	28,5	32,6
	545,3	26,1	30,2
	748,7	23,8	30,0
Ac. Palma + Ac. ácido de palma	952,1	20,4	28,3
	57,5	27,7	32,3
	272,5	24,5	31,7
	487,5	23,9	30,6
Ac. soja + Ac. ácido de soja	702,5	20,4	29,2
	917,5	14,8	27,5
	14,4	38,5	38,5
	181,7	37,9	38,0
Ac. ácido de soja	348,9	35,8	37,3
	516,2	34,9	36,1
	683,4	33,1	35,1

La posición que ocupan los ácidos grasos saturados en la molécula de glicerol también puede influir en la digestibilidad de la grasa, ya que las lipasas pancreáticas hidrolizan selectivamente los enlaces de las posiciones 1 y 3 del triglicérido. En la manteca, por ejemplo, el palmítico está esterificado en la posición 2 por lo que se digiere mejor, dado que la formación de micelas es superior con el ácido graso esterificado (como monoglicérido) que como ácido graso libre (Freeman et al., 1968; Davis y Lewis, 1969).

3.4.- Efecto de la edad del animal sobre el valor nutritivo de las grasas

La influencia de la edad sobre la utilización de grasas por los pollos es conocida. El pollito joven digiere peor las grasas que las aves adultas (Krogdahl y Sell, 1989; Noy y Sklan, 1995). La secreción de sales biliares y jugo pancreático es mayor en animales adultos que en jóvenes y por tanto las grasas son mejor digeridas a medida que el animal crece.

Si las grasas son saturadas, la dificultad en su digestión por los animales jóvenes es mucho mayor (Wiseman y Salvador, 1989; Mateos y Mendez, 1990). Efectos similares se han observado en cuanto a la cantidad de ácidos grasos libres presentes en la grasa. Cuanto más elevado es el porcentaje de ácidos grasos libres, peor es la utilización de las grasas por los animales jóvenes comparados con animales más viejos.

3.5.- Efecto de la dieta sobre el valor nutritivo de la grasa añadida

Ya se ha comentado anteriormente el efecto sinérgico que existe entre grasas de distinta naturaleza. También el valor energético de la grasa añadida se ve influenciado por la grasa presente en el resto de las materias primas del pienso. Además, la grasa añadida interacciona con los distintos componentes de la dieta pudiendo afectar a su valor nutritivo. Las grasas disminuyen la velocidad de tránsito digestivo resultando en una mejora de la digestibilidad del resto de los componentes de la ración (Mateos y Sell, 1980; Sell y Mateos, 1981). Hay componentes de la dieta que deprimen la absorción de nutrientes en el intestino delgado y por tanto la de los ácidos grasos presentes en la dieta-. Este es el caso de algunos tipos de fibras que interfieren en la utilización de las grasas y del resto de los componentes de la ración al incrementar la viscosidad de-la digesta. Las grasas interaccionan con ciertos minerales de la dieta, calcio y magnesio, formando jabones insolubles y por tanto deprimiendo la digestibilidad de la grasa añadida (Atteh y Leeson, 1985a,b; Wiseman y Cole, 1984). El nivel de inclusión de las grasas también afecta a su aporte energético. Cuanto mayor es el nivel de inclusión menor es su digestibilidad (Wiseman y Cole, 1987; Ketels y De Groot, 1988). Este hecho es discutible en el caso de animales adultos y con grasas de buena calidad (Wiseman y Salvador, 1989; Mateos y Mendez, 1990).

La grasa mejora la palatabilidad del pienso al reducir la formación de polvo y enmascarar sabores indeseables. Por tanto en piensos pulverulentos, fibrosos, o en general-, de escasa palatabilidad, la adición de grasa mejora los resultados productivos (Mateos et al., 1995).

3.6.- Efecto de la temperatura sobre el valor nutritivo de las grasas

La adición de grasa al pienso estimula el consumo voluntario en los animales mantenidos a temperaturas elevadas. Esto se debe a que las grasas se digieren con menor disipación de calor que los carbohidratos y proteínas. El consumo de grasa en estos ambientes hipertérmicos reduce el incremento de temperatura corporal ligado a los procesos metabólicos y el animal se mantiene más confortable. Además, este descenso del incremento de calor producido por el consumo de grasa, permite que un mayor porcentaje de la energía de la dieta esté disponible para síntesis de tejidos (Stahly y Cromwell, 1979; Stahly et al., 1981). Esta reducción de calor es de escaso valor con temperaturas bajas, puesto que el incremento de calor producido por el metabolismo de hidratos de carbono y proteínas es utilizado eficazmente para cubrir las necesidades de mantenimiento del animal.

4.- EFECTO DE LA GRASA SOBRE LA CALIDAD DEL PRODUCTO FINAL

Prácticamente toda la grasa del pienso se retiene con pocas modificaciones en la canal del cerdo en crecimiento y existe una relación muy estrecha entre el tipo de grasa ingerida y la que se deposita (Berschauer, 1984; St. John et al., 1987; Miller et al., 1990; Laric et al., 1992).

Si se considera que la vida media de un triglicérido en la canal de un cerdo es de 180 días (Cunningham, 1968) y teniendo en cuenta que la deposición de grasa se produce fundamentalmente al final del cebo, prácticamente no hay tiempo para que la grasa acumulada pueda movilizarse y cambiar su composición cuando ésta no sea la adecuada.

Uno de los parámetros utilizados para evaluar la calidad del tejido adiposo subcutáneo es la cantidad de ácido linoleico presente en la dieta. Altos niveles de este ácido graso en la canal del cerdo tienen diversos inconvenientes. Por ser insaturado es inestable y los productos de su oxidación desarrollan rancidez. Además la grasa con niveles altos de linoleico presenta una consistencia blanda no aceptada por el consumidor. Wood (1984) recomienda no sobrepasar niveles de 150 mg/g de éste ácido graso en la grasa subcutánea. Teniendo en cuenta los estudios de Hansom et al. (1970) que permiten convertir los niveles de linoleico de la canal en concentraciones en el pienso, el valor máximo propuesto por Wood se convierte en 4,1 kg de linoleico durante el período de crecimiento. Esto supone alrededor del 2,2 % máximo en la dieta, para conseguir canales con una grasa de buena calidad (Crawshaw, 1994).

El caso de los broilers es similar al de los cerdos, la incorporación de grasa en la dieta puede afectar significativamente a diversas características de la calidad del producto final. Diferentes grasas consumidas dan lugar a diferente perfil de ácidos grasos en la grasa abdominal de los broilers (Pinchasor y Nir, 1992; Zollisth et al., 1992; Scaife et al., 1994).

Hrdinka et al. (1996) llevaron a cabo un experimento para determinar el efecto de varias grasas (aceite de soja, aceite de colza, grasas comerciales) sobre la composición de la canal de ppollos. Los resultados muestran que tanto la grasa abdominal como la subcutánea tienen un perfil muy similar pero distinto al de la grasa intramuscular. El tejido adiposo contiene más ácidos grasos poliinsaturados que la grasa subcutánea. En cuanto al efecto del tipo de grasa utilizado, los pollos que consumieron aceite de colza tenían grasa corporal con un punto de fusión menor que los que consumieron aceite de soja o grasa comercial. El tejido adiposo presenta un perfil muy próximo al de la dieta consumida, pero en cuanto a la grasa intramuscular la dieta afecta poco, especialmente en el caso de los poliinsaturados, que es lo que el consumidor desea como 'alimento saludable'

La inclusión de grasa en raciones de gallinas ponedoras supone, en general, un incremento en el tamaño del huevo producido (Balnave, 1971; Sell et al., 1987) más importante en aves jóvenes que en viejas (Grobas et al., 1995). El nivel de ácido linoleico tiene una importancia relativa sobre el tamaño del huevo. Las gallinas no parecen presentar necesidades superiores a 9 g/kg de ración, sin embargo dependiendo de la dieta de recría que hayan consumido, puede ser un nivel bajo.

Grobas et al. (1995) observaron que la suplementación con linoleico por encima del 1,3 % no mejoraba el tamaño del huevo, ni en gallinas viejas ni en jóvenes. El aumento en el tamaño del huevo puede ser el resultado de utilizar altos niveles de cualquier ácido graso fácilmente absorbible en la dieta (no únicamente linoleico), habiéndose descrito diversos mecanismos que tratan de explicar el incremento de tamaño por la adición de grasas a las dietas (Whitehead et al., 1991; 1993; Keshavarz y Nakajima, 1995; Whithead, 1995).

De forma similar a lo que ocurre en la canal de broilers y cerdos, la composición en ácidos grasos del huevo depende del perfil de ácidos grasos consumidos por la gallina, pudiéndose modificar la composición del huevo a través de la dieta (Scaife et al., 1994). La suplementación con aceite de pescado y linaza supone un incremento de los ácidos grasos poliinsaturados de la serie n-3 en el huevo, mientras que la adición de otros aceites vegetales mejora los poliinsaturados de la serie n-6.

5.- CALIDAD DE LAS GRASAS COMERCIALIZADAS

De todo lo expuesto podemos deducir que la idoneidad de las diferentes grasas que existen en el mercado, sin tener en cuenta otros factores (interacciones), dependerá de su perfil de ácidos grasos y de la cantidad de ácidos grasos libres presentes. Esto es válido en el caso de grasas puras perfectamente elaboradas. Sin embargo, el mercado no ofrece este tipo de productos a un precio competitivo, y la industria de piensos, en general, trabaja con grasas cuyos orígenes y procesado posterior exigen rigurosos controles de calidad para caracterizar el producto.

Un perfil completo de ácidos grasos, junto con la medida de la fracción "no eluible" y el contenido en ácidos grasos libres proporcionan una buena medida del valor nutricional de la grasa (Shepperson, 1993). El material no eluible de una grasa es todo aquello que no es identificado como ácido graso específico en una cromatografía de gases. Incluye humedad, impurezas, insaponificables, grasa oxidada y glicerina. La glicerina tiene un valor energético similar al de la glucosa y por tanto debería tenerse en cuenta, aunque algunos autores opinan que queda compensado con las grasas oxidadas, que en la práctica tienen un valor energético negativo, ya que pueden provocar la destrucción de otros nutrientes de la dieta como tocoferoles y pueden causar daños tisulares en el aparato digestivo. Por tanto, también es conveniente analizar las grasas oxidadas puesto que nos indicarán la bonanza del tratamiento térmico que han sufrido y sus posibles consecuencias.

6.- REFERENCIAS

- ATTAH, J. y LESSON, S. (1985a) Poultry Sci. 64, 2090-2097.
ATTAH, J. y LESSON, S. (1985b) Poultry Sci. 64, 520-528.
BALNAVE, D. (1971) J. Sci. Food Agric. 22, 125-128.
BAYLEY, H.S. y LEWIS, D. (1965) J. Agric. Sci. 64, 373-378.
BERSCHAWER, F. (1984) En: Fat quality in lean pigs. Ed. J. D. Wood. Commission of the European Communities, Luxemburgo, 74-82.

- BRAUDE, R. y NEWPORT, M.J. (1973) *Br. J. Nutr.* 29, 447-455.
- CARLSON, W.E. y BAYLEY, H.S. (1968) *Can. J. Anim. Sci.* 48, 315-322.
- CRAWSHAW, R. (1994) *Feed Compounder*. Agosto 1994.
- CUNNANE, S. J. (1984) En: *Fats in animal nutrition*. Ed. J. Wiseman, Butterworths, Londres.
- CUNNINGHAM, H. M. (1968) *J. Anim. Sci.* 27, 424-430.
- DAVIS, R.H. y LEWIS, D. (1969). *J. Agric. Sci.* 72, 217-222.
- FREEMAN, C.P., HOLME, D.W. y ANNISON, E.P. (1968) *Br. J. Nutr.* 22, 651-660.
- FROBISH, L.T., HAYS, V.W., SPEER, V.C. y EWAN, R.C. (1979) *J. Anim. Sci.* 30, 197-202.
- GOIHL (1989) *Feedstuffs*, 9 octubre.
- GROBAS, S., MENDEZ, J. y MATEOS, G.G. (1995) *Jornadas Técnicas Avicultura*. Expoaviga 95. Barcelona.
- HAMILTON, R.M. y McDONALD, B.E. (1969) *J. Nutr.* 97, 33-41.
- HANSON, L. E., ALLEN, C. E., MEADE, R. J., RUST, J. y MILLER, K.P. (1970) *Feedstuffs* 42, 16-18.
- HOLMAN, R. T. (1960) *J. Nutr.* 70, 405-410.
- HRDINKA, C., ZOLLITSCH, W., KNAUS, W. y LETTNER, F. (1996) *Poultry Sci.* 75, 208-215.
- KESHAVARZ, K. y NAKAJIMA, S. (1995) *Poultry Sci.* 74, 50-61.
- KETELS, E. y DeGROOTE, G. (1988) *Anim. Feed Sci. and Tech.* 22, 105-118.
- KROGDAHL, A. y SELL, J. (1989) *Poultry Sci.* 68, 1561-1568.
- LALL, S.P. y SLINGER, S.J. (1973) *Poultry Sci.* 52, 143-151.
- LARIC, D.K., TURNER, B.E., SCHOENHERR, M.T., COFFEY, M.T. y PILKINGTON, D.H. (1992) *J. Anim. Sci.* 70, 1397-1403.
- LEWIS, D. y PAYNE, C.J. (1966) *Br. Poultry Sci.* 7, 209-218.
- MARTIN, C. K. (1977) MS. Thesis, Univ. Kentucky, Lexington.
- MATEOS, G. G. y SELL, J. (1980) *J. Nutr.* 110, 1894-1903.
- MATEOS, G. G. y MENDEZ, J. (1990) *WI European Poultry. Conf. Barcelona*. pp. 111-122.
- MATEOS, G.G., PIQUER, M.G. y MEDEL, P. (1995) En: *Utilización de grasas y subproductos lipídicos en dietas para avicultura*. Doc. ASA.
- MILLER, M.F., SCHACKELFORD, S.D., HAYDEN, K.D. y REAGAN, J.O. (1990) *J. Anim. Sci.* 68, 1624-1631.
- NOY, J. y SKLAN, D. (1995) *Poultry Sci.* 74, 366-373.
- PINCHASOV, Y. y NIR, I. (1992) *Poultry Sci.* 71, 1504-1512.
- SCAIFE, J.R., MOYO, J., GALBRAITH, M., MICHIE, M. y CAMPBELL, V. (1994) *Br. Poultry Sci.* 35, 107-118.
- SELL, J. y MATEOS, G.G. (1981) *Proc. Georgia Nutr. Conf.* pp. 161-176.
- SELL, J., ANGEL, C. y ESCRIBANO, F. (1987) *Poultry Sci.* 66, 1807-1812.
- SHEPPERSON, N. (1993) *IX Curso de especialización. FEDNA. Expoaviga 93. Barcelona* pp. 297-308.
- SIBBALD, I.R., SLINGER, S.J. y ASHTON, G.C. (1961) *Poultry Sci.* 40, 46-61.
- SKLAN, D. (1979) *Poultry Sci.* 58, 885-889.
- STAHLY, T.S. y CROMWELL, G.L. (1979). *J. Anim. Sci.* 49, 1478-1488.
- STAHLY, T.S., CROMWELL, G.L. y OVERFIELD, J.R. (1981) *J. Anim. Sci.* 53, 1269-1277.

- St. JOHN, L. C., RULE, D. C., KNABE, D. A., MERSMANN, H. J. y SMITH, S. B. (1987) J. Nutr. 117, 2021-2026.
- WHITEHEAD, C. (1995). Anim. Feed Sci. and Tech. 53, 91-98.
- WHITEHEAD, C., BOWMAN, A. y GRIFFIN, H. (1991) Br. Poultry Sci. 32, 565-574.
- WISEMAN, J. (1991) En: El uso del aceite de soja como fuente de energía y ácidos grasos esenciales de la dieta y su efecto sobre la calidad del producto. Doc. ASA.
- WISEMAN, J. y COLE, D. J. A. (1984) Proc. V World Assos. Anim. Production. Tokio, 2, 423-424.
- WISEMAN, J., COLE, D., PERRY, F., VERNON, B. y COOKE, B. (1986) Br. Poultry Sci. 27, 561-576.
- WISEMAN, J. y COLE, D. J. A. (1987) Anim. Production 45, 117-122.
- WISEMAN, J. y LESSIRE, M. (1987) Br. Poultry Sci. 28, 663-676.
- WISEMAN, J y SALVADOR, F. (1989) Br. Poultry Sci. 30, 653-662.
- WOOD, T. D. (1984) Ed. J. D. Wood. Commission of the European Communities, Luxemburgo pp. 9-14.
- YOUNG, R. J. (1961) Poultry Sci. 40, 1225-1233.
- ZOLLITSCH, W., WETSCHEREK, W. y LETTNER, F. (1992) Arch. Geflagelkd 56, 182-186.