

PAPEL DE LOS ÁCIDOS GRASOS EN EL DISEÑO DE PIENSOS PARA CERDOS IBÉRICOS

José Segura y Clemente López Bote

DPTO. PRODUCCIÓN ANIMAL FACULTAD DE VETERINARIA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

////// ÁCIDO OLEICO, SEÑAL DE IDENTIDAD EN EL CERDO IBÉRICO

El sistema productivo tradicional del cerdo ibérico implica un cebo final en montanera que se caracteriza, entre otras muchas cosas, por la ingestión bellotas, que contienen una gran cantidad de grasa y con una composición muy elevada de ácido oleico. Ello significa que los tejidos del cerdo ibérico alcanzan una concentración muy elevada de este ácido graso, superando en muchas ocasiones el 55%. No existe en producción porcina ningún caso similar, ya que la manteca suele tener una concentración próxima al 43% de oleico. Este hecho diferenciador tan marcado ha hecho que en ocasiones se denomine al cerdo ibérico como 'olivo con patas' en un intento de enfatizar los efectos positivos para la salud que presenta el ácido oleico.

Esta característica tan excepcional no solo se ha utilizado para promocionar y diferenciar el producto. Durante años ha sido el principal referente utilizado para discriminar a los animales según su origen productivo, ya que en la práctica es muy difícil conseguir cerdos que tengan niveles tan elevados de ácido oleico. Se establecían así unos valores de referencia para clasificar a los cerdos en montanera, recebo o pienso. Esto hizo que todos los porcinocultores de ibérico conocieran la importancia del control de los ácidos grasos y prestaran durante años mucha atención a todos los factores productivos que pudieran condicionar su concentración: nivel de restricción en crecimiento y premontanera, tipo de pienso, nivel de inclusión de materias primas, nivel de inclusión de grasa, concentración recomendable de oleico en pienso, etc. Eran aspectos de gran relevancia económica y por tanto de gran atención para el sector. Este procedimiento de discriminación ha ido perdiendo validez, al desarrollarse piensos y estrategias productivas que pueden llegar a mimetizar completamente el perfil de ácidos grasos de la montanera, de modo que la importancia del control de los ácidos grasos ha ido perdiendo vigencia, utilizándose otros procedimientos de registro basado en censos, visitas de inspección, etc para garantizar la trazabilidad (Real decreto 4/2014). Por tanto, en la situación actual, la mayor parte de los productores han



perdido el interés por el control estricto de los ácidos grasos y solo se preocupan de evitar desviaciones muy marcadas que pueden comprometer la calidad organoléptica.

////// ¿ES EL ÁCIDO OLEICO ÚNICAMENTE UN CRITERIO DIFERENCIADOR EN EL CERDO IBÉRICO?

Sin ningún género de duda, la respuesta es NO. Ya se ha indicado que el perfil de ácidos grasos del cerdo ibérico de montanera se ajusta muy bien a las recomendaciones dietéticas actuales y se aproximan al ideal de la denominada dieta mediterránea. Pero además, el perfil de ácidos grasos tiene otras muchas implicaciones tecnológicas y de calidad.

////// ÁCIDOS GRASOS Y CONSISTENCIA DE LA GRASA Y DE LA CARNE.

En la comercialización e industrialización de la carne, la consistencia de la grasa tiene una gran importancia porque determina la apariencia y facilidad de manipulación. La consistencia de la grasa depende fundamentalmente de la proporción de triglicéridos que se encuentran en forma líquida o sólida a una determinada temperatura, y este hecho depende a su vez del número de insaturaciones de las cadenas de ácidos grasos que constituyen los triglicéridos. Cuando más saturada es la cadena, el punto de fusión es mayor y por tanto a una determinada temperatura la consistencia es mayor. En consecuencia, los triglicéridos con una elevada



proporción de ácidos grasos poliinsaturados pueden permanecer líquidos a temperaturas de refrigeración e incluso de congelación. El hecho de que se encuentre solidificada no

sólo la grasa de cobertura, sino la inter- e intramuscular, afecta también a la consistencia del magro. Por ello, lo ideal es que la grasa esté sólida a la temperatura de refrigeración a que normalmente se conserva, expone y manipula la carne fresca. Los ácidos grasos que tienen mayor influencia sobre la consistencia son el esteárico (C18:0), que aumenta la consistencia por tener un punto de fusión muy elevado y el linoleico (C18:2), que tiene el efecto contrario. La concentración de C18:0 es muy constante en los cerdos, independientemente de su genética o proceso productivo, mientras que la de C18:2 es muy variable. Por este motivo tradicionalmente se considera la concentración de C18:2 como principal parámetro de interés al establecer márgenes de aceptabilidad en la carne de cerdo para la comercialización en fresco o para el procesado. En el caso de jamones crudos madurados, un valor de referencia ha sido un valor máximo del 12% (en algunos casos un 15%) de C18:2 (López Bote et al., 1999). En el caso del cerdo ibérico de montanera, la concentración se ubica normalmente entre el 8 y el 9%.

//// ÁCIDOS GRASOS Y PROPIEDADES TECNOLÓGICAS.



El grado de fluidez de la grasa (que está relacionado con el punto de fusión de la misma, y por tanto con la presencia de dobles enlaces en sus cadenas) afecta a la migración de agua y sal durante el proceso de elaboración de productos curados. Los lípidos son hidrófobos y por tanto una grasa excesivamente fluida dificulta los procesos de migración y en consecuencia, el proceso de secado. Este hecho es especialmente importante durante las etapas iniciales de salado y postsalado (no olvidemos que la solubilización de las pilas de sal se produce por la propia salida de agua del jamón). En estos momentos iniciales de procesado, el jamón es microbiológicamente inestable y por tanto la manipulación debe producirse a temperaturas muy bajas. Para que pueda haber migración de agua y sales la temperatura debe estar por encima de cero grados y la grasa no debe estar fluida (ya que dificulta el tránsito de agua). Es interesante señalar que en esas condiciones el ácido linoleico se mantiene líquido. Por tanto una concentración elevada de este ácido graso puede pro-

ducir problemas de migración de agua y sales durante estas primeras etapas.

////// ÁCIDOS GRASOS Y COLOR DE LA GRASA.

En la carne fresca existe una relación entre el color y la consistencia de la grasa, por lo que todo lo señalado referente al control de la consistencia (fundamentalmente a través del ácido linoleico en monogástricos) es también de utilidad para conseguir una grasa blanca. La grasa líquida permite observar otros constituyentes como el tejido conectivo, carotenoides o capilares sanguíneos. Por este motivo, cuando el tejido adiposo se encuentra totalmente solidificado tiene una coloración blanca intensa, mientras que una alta concentración de insaturados produce apariencia gris/amarillenta y textura blanda y fluida. Naturalmente, todo ello está muy condicionado por la temperatura a la que se encuentre la grasa y por la estructura y composición de los triglicéridos (que son una mezcla de tres ácidos grasos). Todo esto hace que tanto la consistencia como la fluidez y el color de la grasa sea muy compleja, porque depende de muchos factores que son dinámicos. En cualquier caso, es importante que la proporción de ácido oleico sea elevada. Sirva como referencia que el ácido oleico está fluido a temperatura próxima a los 20 grados, pero tiene consistencia sólida a temperatura de refrigeración. El ácido linoleico se mantiene líquido a todas estas temperaturas, mientras que los saturados (palmítico y esteárico) están sólidos a temperaturas por encima de los 40 grados.



////// ÁCIDOS GRASOS Y AROMA Y SABOR DE LA CARNE.

Los ácidos grasos no son ni mucho menos inertes. Una vez sacrificado el animal, se inician una serie de reacciones de oxidación, especialmente en las zonas más superficiales, que se prolongan durante todo el periodo de elaboración de productos cárnicos. Estas reacciones son responsables de la formación de compuestos aromáticos de muy diversa índole, muchos de los cuales tienen su origen en la oxidación de los ácidos grasos (aldehídos, cetonas, compuestos de pequeño tamaño molecular, etc.) El tipo de compuesto generado y la concentración, así como la interacción con agentes prooxi-

dantes y antioxidantes son determinantes de la calidad final del producto. Es la diferencia entre un producto oxidado con sabor a rancio y uno con aromas frutales agradables (característicos de las bodegas con jamones de cerdos ibéricos). La susceptibilidad de la grasa a sufrir procesos de oxidación depende del número de insaturaciones de los ácidos grasos que la constituyen, ya que la presencia de un doble enlace produce un desequilibrio en la molécula que facilita la formación de radicales libres. En un estudio en condiciones experimentales se ha estimado que la susceptibilidad a la oxidación de los ácidos grasos aumenta de forma exponencial al incorporarse dobles enlaces en la molécula aproximadamente en la siguiente proporción: C18:0, C18:1, C18:2 y C18:3, 1, 100, 1200 y 2400 respectivamente. Por este motivo, se admite de forma generalizada que la administración de piensos con alto contenido en ácidos grasos poliinsaturados (como el C18:2) aumenta marcadamente la susceptibilidad de la carne a sufrir procesos oxidativos, mientras que los ácidos grasos saturados (C18:0, C16:0) son prácticamente inertes (y por tanto sin capacidad de generar olores y sabores agradables). El perfil oxidativo del ácido oleico es completamente diferente al del linoleico, no solo en intensidad, sino en la génesis de compuestos específicos. Por ejemplo, el C18:2 produce una gran cantidad de hexanal (con fuerte olor a rancio). Una vez más, el cerdo ibérico producido de forma tradicional representa un modelo ideal en cuanto a perfil de ácidos grasos.

Todas estas cuestiones (dietéticas, tecnológicas, nutricionales, organolépticas, etc.) nos permiten afirmar que es interesante seguir prestando atención a los niveles de C18:1 en la carne del cerdo ibérico. No solo en los de montanera. Se hace preciso por tanto establecer unos límites y unas recomendaciones (no necesariamente tan estrictos como en los cerdos de montanera, pero claramente muy superiores a los cerdos blancos y a los que se están obteniendo en cerdos ibéricos de cebo en muchos casos) que permitan garantizar todas estas características tecnológicas señaladas.

////// ORIGEN DE LOS ÁCIDOS GRASOS EN LOS TEJIDOS DEL CERDO

En el cerdo la síntesis de ácidos grasos se lleva a cabo a partir de la glucosa de los hidratos de carbono y proteínas de la ración. La glucosa es el precursor del malonil y acetil coenzima A necesarios para la síntesis. El producto final más común es el ácido palmítico (C16:0). La síntesis de ácidos grasos de cadena más larga, como el esteárico (C18:0) se lleva a cabo a partir del C16:0, pero es por un proceso diferente que implica la acción de enzimas elongasas. Los ácidos monoinsaturados se forman por acción de la delta-9-desaturasa. La formación de ácidos grasos insaturados es esencial para mantener la fluidez suficiente de la grasa in vivo. Aunque hay un amplio rango de variabilidad en la concentración de ácidos grasos en los tejidos del cerdo, también existen unos límites. Por ejemplo, en ningún caso se puede dar la circunstancia de que la grasa corporal esté sólida in vivo. Es decir, debe haber un límite mínimo de insaturación que permita

que el conjunto de los triglicéridos esté fundido a los 37°C. Por ello, cuando se aporta una ración carente en absoluto de grasa, la síntesis endógena hace que alrededor del 50-55% de los ácidos grasos sean monoinsaturados, siendo el resto saturados (mayoritariamente C16:0, pero también C18:0) y no existiendo en absoluto ácidos linoleico (C18:2) y linolénico (C18:3), ya que se trata de un ácidos grasos esenciales. En estudios de cultivos celulares se ha comprobado que efectivamente esa es aproximadamente la relación de ácidos grasos producida por síntesis endógena. Es más, incluso aunque se aporte grasa en la ración, la proporción de la grasa que se sintetice mantiene aproximadamente esta proporción entre saturados y monoinsaturados.

Por otra parte, los piensos para cerdos pueden contener cantidades variables de grasa, que tras digerirse y absorberse en el intestino delgado, pasa al torrente circulatorio, estando a disposición de los tejidos para ser utilizada para la obtención de ATP, o bien para acumularse en los adipocitos. Desde un punto de vista práctico, podemos asumir que en el cerdo la mayor parte de la grasa que llega al duodeno es la misma que la del alimento. Es preciso indicar aquí que los alimentos tienen una composición muy variable en ácidos grasos. En general, las materias primas vegetales son ricas en ácidos grasos poliinsaturados (fundamentalmente ácido linoleico, que alcanza en la mayor parte de los casos una concentración superior al 50%) y las de origen animal tienen niveles bajos de linoleico (alrededor de 5-15%) y una alta concentración de ácidos grasos saturados (palmítico y esteárico) (Tabla 1).

La intensidad del proceso de retención de grasa durante el crecimiento depende del aporte calórico, es decir, del exceso de las fuentes de energía en cada caso. La cuestión clave está en establecer la cantidad de grasa que se sintetiza en cada situación productiva y la que se acumula de forma di-

recta a partir del alimento. De una forma resumida se puede decir que existe una priorización metabólica en la utilización de las dos principales fuentes de energía de la ración: hidratos de carbono y lípidos. En la mayor parte de las situaciones productivas la demanda de energía para mantenimiento o trabajos de síntesis de proteína se cubre fundamentalmente a partir de la oxidación de carbohidratos (producción de ATP). Si hay un aporte suficiente de hidratos de carbono, los lípidos no se utilizan para fines metabólicos, sino que se almacenan. Sólo en el caso de que se agote la energía de los carbohidratos sin que se hayan cubierto las necesidades de energía para mantenimiento y síntesis proteica se empieza a gastar la energía de los lípidos. Es decir, si se aportan bastantes hidratos de carbono, prácticamente toda la grasa que se consume se acumula en los tejidos.

En consecuencia, la composición de los ácidos grasos del cerdo depende de la proporción de grasa sintetizada de novo y de los ácidos grasos acumulados directamente del alimento.

//// CONTROL DE LA COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS EN EL CERDO MEDIANTE LA ALIMENTACIÓN

Para controlar la composición de ácidos grasos es preciso conocer la capacidad de ingestión del cerdo en cada etapa (ingestión energética o calórica), la capacidad de síntesis proteica (PDmax) y la capacidad adipogénica (muy elevada en el caso del cerdo ibérico).

Existen dos premisas básicas iniciales. Por una parte, toda la energía ingerida se gasta fundamentalmente mantenimiento (que es un factor fijo) y acumulación de proteína y grasa.



El nutricionista debe decidir por tanto, según la estrategia y la orientación productiva, la combinación de fuentes energéticas (carbohidratos vs lípidos) y el tipo de grasa añadida (composición de ácidos grasos). La otra premisa para controlar la composición de ácidos grasos del cerdo en el momento del sacrificio es que la grasa acumulada en cualquier etapa de la vida apenas se moviliza. Si el animal retiene un determinado ácidos grasos en sus tejidos, este ácido permanecerá hasta el sacrificio. Podrá cambiar su concentración por efecto de dilución si en etapas posteriores acumula otro tipo de ácido graso, pero lo acumulado inicialmente, permanecerá. Por ejemplo, si en etapas iniciales el pienso tiene mucho ácidos linoleico (por consumo de maíz u otras materias primas vegetales) o saturados (por síntesis endógena a partir de carbohidratos o por consumo de piensos con grasas de origen animal), el cerdo acumulará estos ácidos grasos y la posibilidad de reducir su concentración en etapas posteriores dependerá en gran medida del grado de engrasamiento, ya que el proceso de modificación es solo por dilución. El decir, si el animal está muy engrasado a los 90 kg, por ejemplo, las posibilidades de actuación son muy reducidas.

En líneas generales son dos las posibles estrategias:

1) Maximizar el crecimiento (GMD) aportando pienso para consumo ad libitum durante toda la fase de crecimiento y cebo. En este caso, el engrasamiento del animal se inicia desde el principio, lo que obliga a realizar una planificación integral de la alimentación desde las primeras etapas. En lo referente a inclusión de grasa (relación calórica de carbohidratos y lípidos) desde las primeras edades. Con este tipo de

estrategia es preciso recurrir a materias primas con alto nivel de oleico desde los 20-23 kg.

2) Restringir el alimento durante etapas iniciales del crecimiento (hasta 75-80 kg), evitando una acumulación elevada de grasa, y recurrir en la fase final a la estrategia del crecimiento compensatorio, concentrando el engrasamiento (y también los esfuerzos encaminados a enriquecer la grasa del animal en ácidos oleico) en esta etapa. El nivel de inclusión depende del potencial genético del animal y de los objetivos establecidos en cuando a composición de ácido oleico final, pero puede llegar hasta un 6% de inclusión en pienso. Esta estrategia permite una modificación mucho más drástica de la composición de ácidos grasos (ya que el engrasamiento es menor al inicio y, por tanto, el efecto 'dilución' de los ácidos grasos previamente retenidos es más sencilla). Esta estrategia permite prestar poca atención a la composición de ácidos grasos en el pienso hasta etapas muy avanzadas de crecimiento, pudiendo por tanto aportar piensos más baratos. Esta estrategia permite beneficiarse del metabolismo animal en lo referente al crecimiento compensatorio, que permite una ganancia muy superior en la etapa final (más de 100-150 g/d respecto a los que reciben un plano de alimentación elevado durante todo el crecimiento y cebo) y un índice de conversión alrededor de 0.5 punto inferior.

La elección de un tipo u otro de estrategia productiva depende de las circunstancias concretas, tipo genético y sobre todo importancia del tiempo de llenado de las naves (optimización de la GMD) y del coste de las materias primas ricas en oleico. Existen por supuesto muchas estrategias intermedias en cuanto a tiempo y nivel de restricción, así como en



la formulación de piensos de acabado, en función la composición final de ácidos grasos establecida como objetivo. Todo ello debe ser objeto de un estudio detallado en cada situación productiva.

ham uality by lipid modification through dietary means. En: Research Advances in the Quality of Meat and Meat Products , Ed F. Toldrá. Research Signpost. pp 289-309

//// BIBLIOGRAFÍA

Agricultural and Food Research Council (AFRC) (1981) The Nutrient Requirements of Pigs. Commonwealth Agricultural Bureaux. Farham Royal.

Serrano MP, Valencia, D, Fuentetaja, A, Lázaro, r y Mateos G (2009) J Anim Sci 87: 1676–1685

Sanz, M., López Bote, C., Menoyo, D. y Bautista J.M. (2000) J. Nutr. 130, 3034-3037.

Jensen C (1998). Ph.D.-thesis. The Royal Veterinary and Agricultural University Copenhagen.

<http://www.fundacionfedna.org/tablas-fedna-composicion-alimentos-valor-nutritivo>

López Bote C.J., Isabel B. y Rey A. (1999) XV Curso Avances en Nutrición y Alimentación Animal. FEDNA.

Ruiz, J. y López Bote, C.J. (2002) Improvement of dry cured

	Grasa bruta	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2
Avena	4,9	0,8 (17%)	0,1 (1%)	1,5 (31%)	1,7 (35%)
Cebada	1,7	0,3 (16%)	0,0 (0%)	0,2 (12%)	0,7 (41%)
Centeno	1,3	0,2 (12%)	0,0 (0%)	0,1 (11%)	0,5 (38%)
Maíz	3,3	0,3 (10%)	0,1 (2%)	0,8 (24%)	1,7 (50%)
Trigo	1,4	0,2 (13%)	0,0 (1%)	0,1 (10%)	0,6 (40%)
DDGS Maíz	9,3	0,9 (10%)	0,1 (2%)	1,8 (19%)	3,8 (41%)
Gluten feed	3	0,3 (9%)	0,1 (2%)	0,7 (22%)	1,3 (43%)
Salvado	3,5	0,5 (14%)	0,0 (1%)	0,4 (11%)	1,4 (41%)
Guisante	1,4	0,1 (9%)	0,0 (2%)	0,3 (19%)	0,5 (38%)
Haba soja	19,2	2,0 (10%)	0,7 (4%)	4,0 (21%)	9,9 (51%)
Semilla colza	40,7	1,9 (5%)	0,8 (2%)	21,7 (53%)	8,5 (21%)
Semilla girasol	42,1	2,6 (6%)	1,6 (4%)	8,8 (21%)	26,0 (62%)
Semilla girasol	42,1	2,6 (6%)	1,6 (4%)	8,8 (21%)	26,0 (62%)
Sem.gir.Alto Oleico	41	1,8 (5%)	1,6 (4%)	31,9 (78%)	3,2 (8%)
Harina girasol	1,5	0,1 (5%)	0,0 (3%)	0,2 (15%)	0,7 (45%)
Harina soja	1,9	0,2 (8%)	0,1 (3%)	0,3 (15%)	0,7 (38%)
Pulpa aceituna	12,7	1,5 (12%)	0,3 (2%)	8,0 (63%)	1,4 (11%)
Sebo	100	24,5 (25%)	20,7 (21%)	37,5 (38%)	2,2 (2%)
Manteca	100	23,2 (23%)	12,7 (13%)	43,1 (43%)	9,8 (10%)
Grasa pollo	100	20,6 (21%)	7,3 (7%)	43,1 (43%)	18,6 (19%)
Aceite de pescado	100	10,8 (11%)	1,2 (1%)	10,8 (11%)	1,0 (1%)
Aceite soja	100	9,4 (9%)	4,0 (4%)	21,8 (22%)	53,5 (53%)
Aceite girasol	100	6,3 (6%)	5,0 (5%)	22,4 (22%)	62,4 (62%)
Aceite maíz	100	10,6 (11%)	2,4 (2%)	25,7 (26%)	55,4 (55%)
Aceite oliva	100	9,9 (10%)	3,5 (3%)	77,2 (77%)	6,4 (6%)
Oleina soja	100	9,0 (9%)	3,8 (4%)	20,9 (21%)	51,3 (51%)
Oleina girasol	100	6,1 (6%)	4,8 (5%)	21,5 (21%)	59,9 (60%)
Oleina oliva	100	9,5 (10%)	3,3 (3%)	74,1 (74%)	6,2 (6%)

Tabla 1.- Composición de ácidos grasos de algunas materias primas de uso frecuente en alimentación animal expresado en porcentaje sobre el peso fresco del ingrediente o en porcentaje respecto al total de ácidos grasos (FEDNA 2016)

ALTERNATIVA
AL EMPLEO DE
TRATAMIENTOS
ANTIBIÓTICOS
PREVENTIVOS



INGASO
SECURE



INGASO FARM
Nutrición y Salud Animal