

EVALUACIÓN DE LA INCLUSIÓN DE GRANO DE SOJA DESACTIVADO, AFRECHILLO DE ARROZ INTEGRAL O SUERO DE QUESO EN LA DIETA DE CERDOS EN ENGORDE.

3 - EFECTO SOBRE EL PERFIL LIPÍDICO DE LA GRASA SUBCUTÁNEA

Capra G.¹; Echenique A.¹; Grompone M. A.²; Bauzá R.³; González A.³; Silva D.³

¹Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria gcapra@inia.org.uy

² Dpto. Grasas y Aceites (Fac. de Química, UDELAR).

³ Dpto. de Producción Animal y Pasturas (Fac. de Agronomía, UDELAR). Uruguay.

Recibido: 20/7/2007 Aceptado: 27/9/2007

RESUMEN

Considerando la influencia de la grasa de la carne de cerdo sobre la salud humana y el impacto que la dieta animal tiene sobre ésta, se llevó adelante un trabajo de investigación cuyo objetivo fue evaluar el efecto de dietas con diferente aporte en ácidos grasos sobre el perfil lipídico de la grasa subcutánea de cerdos. Se evaluaron reses provenientes de la faena de 28 cerdos híbridos comerciales con un peso medio de 110 kg en pie. Estos fueron sometidos a partir de los 60 kg de peso vivo a cuatro tratamientos, consistentes en el suministro de dietas isocalóricas e isoproteicas con diferente aporte lipídico en cantidad y composición química: **T1**: dieta en base a maíz, harina de soja y harina de carne; **T2**: dieta con 20% de poroto de soja; **T3**: dieta con 25% de afrechillo de arroz y **T4**: dieta con 24% de MS proveniente de suero de queso. Se evaluó: perfil lipídico de la grasa subcutánea, proporción de ácidos grasos saturados (SFA), poliinsaturados (PUFA) y monoinsaturados (MUFA), y relaciones PUFA/SFA y ω -6/ ω -3. Se verificaron diferencias significativas ($p < 0.01$) en el perfil lipídico de la grasa procedente de los diferentes tratamientos. **T2** y **T3** presentaron una menor proporción de SFA y MUFA y mayor de PUFA que **T1** y **T4**, fundamentalmente de ácido linoleico cuya proporción superó el 16.7%. En relación al contenido de ácido α -linolénico se observaron diferencias significativas ($p < 0.01$) entre T4 y el resto, a la vez que la relación ω -6/ ω -3 de dicho tratamiento fue la más favorable desde el punto de vista nutricional.

PALABRAS CLAVE: canales de cerdos, grasa subcutánea, perfil lipídico.

SUMMARY

EVALUATION OF INCLUSION OF DEACTIVATED SOYBEAN, FULL FAT RICE BRAN AND CHEESE WHEY IN PIG FATTENING DIETS.

3 -EFFECT ON FATTY ACID COMPOSITION OF SUBCUTANEOUS ADIPOSE TISSUE

Taking into account the influence of pork fat on human health and the effect of pig diet on its quantity and quality, an experiment was conducted with the aim of evaluating the effect of diets with different content of fatty acids on the lipid profile of subcutaneous adipose tissue. Carcasses of 28 commercial hybrid pigs (castrated males) were evaluated with an average live weight of 110 kg at slaughter. At 60 kg live weight, pigs were randomly distributed in four treatments, with isocaloric and isoproteic diets, that differed in lipid content and composition: **T1**. diet based on corn, soybean meal and meat meal; **T2**. diet with 20% full fat deactivated soybean grain; **T3**. diet containing 25% full fat rice bran; and **T4**. diet with 24% Dry Matter provided by cheese whey. Lipid profile of subcutaneous fat, proportion of saturated fatty acids (SFA), poli unsaturated fatty acids (PUFA) and mono

unsaturated fatty acids (MUFA), as well as their relationships (PUFA/SFA and ω -6/ ω -3 ratios) were evaluated. Statistically significant differences ($P < 0.01$) among treatments were verified in lipid profile. T2 and T3 showed a lower proportion of SFA and MUFA and higher in PUFA than **T1** and **T4**, especially with regard to the content of linoleic acid that reached values over 16.7%. Regarding α -linolenic acid content, **T4** significantly differed ($P < 0.01$) of the other three treatments, while ω -6/ ω -3 ratio was the most favorable from the nutritional point of view.

KEY WORDS: pig carcass, subcutaneous fat, lipid profile.

INTRODUCCIÓN

Existe una estrecha relación entre el nivel de ácidos grasos saturados de la dieta humana y el tenor de colesterol en sangre (Koch *et al.*, 1968). Altos niveles de este último contribuyen al desarrollo de enfermedades cardiovasculares, obesidad, diabetes y ciertos tipos de cáncer (Williams, 2000). Las recomendaciones nutricionales en cuanto a la ingestión de grasas se basan en fomentar el consumo de carnes ricas en ácidos grasos mono y poliinsaturados, con bajo contenido de ácidos grasos saturados (asociados a la ocurrencia de enfermedades cardiovasculares) y con una relación entre los ω -6 (por ejemplo ácidos linoleico y γ -linolénico) y los ω -3 (por ejemplo el ácido α -linolénico) lo más baja posible.

En contrapartida, elevados tenores de grasas insaturadas acarrear problemas tanto a nivel sensorial como tecnológico en procesos industriales. Altas proporciones de ácido linoleico provocan texturas de la grasa demasiado fluidas y poco consistentes, lo que tiene repercusiones negativas sobre productos fermentados y curados. En estos casos, un aumento de la fluidez de la grasa da lugar a piezas blandas y aceitosas, limitadas tecnológicamente por problemas de inestabilidad y enranciamiento y con escasa aceptabilidad por parte del consumidor (Warnants y Van Oeckel, 1996; López-Bote *et al.*, 2004; Ruíz y López-Bote, 2005, Grompone *et al.*, 2006).

El desafío, por tanto, es lograr en los productos un perfil de ácidos grasos compatible con el valor nutricional y la aptitud tecnológica, teniendo en cuenta el principal destino de la carne, ya sea el consumo fresco o la elaboración de productos chacinados.

La composición en ácidos grasos de los lípidos de la carne porcina varía notablemente según la localización anatómica, el tipo genético, el sexo y la alimentación, entre otros factores (Wood *et al.*, 2004). Sin embargo existe la posibilidad de modificar la cantidad y composición en ácidos grasos de las carnes animales hacia perfiles más saludables que los tradicionales, lo que ha generado un gran número de investigaciones a nivel mundial (Nurnberg *et al.*, 1998; López-Bote *et al.*, 2004; Teye *et al.*, 2006; Monziols *et al.*, 2007).

Una vía factible de modificar el perfil lipídico de la grasa de los cerdos es a través de la dieta. Esto es así porque los cerdos son animales monogástricos y muchos de los componentes de su dieta se transfieren inmodificados desde el alimento a los tejidos muscular y adiposo. Por lo tanto, la alimentación de los cerdos tiene influencia sobre atributos de la calidad de la carne determinando la composición, textura y estabilidad oxidativa de la grasa.

La composición de la dieta que consume el cerdo en las etapas finales del engorde influye en el contenido de ácidos grasos de la carne, debido a que este animal no es capaz de sintetizar ácidos grasos con más de un doble enlace. Es por ello que aquellas dietas que contienen ácidos grasos con mayor insaturación determinan un aumento de éstos en los lípidos del tejido adiposo.

Teniendo en cuenta la importancia del contenido y la composición de la grasa de la carne de cerdo y de la influencia que la alimentación ejerce sobre ésta, se llevó adelante un trabajo de investigación cuyo objetivo fue evaluar el efecto de dietas con diferente composición lipídica sobre la calidad de la grasa subcutánea, utilizando ingredientes de uso habitual en la alimentación de los cerdos en Uruguay.

MATERIALES Y MÉTODOS

Animales y tratamientos

Se evaluaron canales provenientes de la faena de 28 cerdos híbridos comerciales (machos castrados) con un peso medio de 110 kg en pie. Estos fueron sometidos, a partir de los 60 kg de peso vivo, a cuatro tratamientos consistentes en el suministro de dietas con igual tenor proteico y energético, pero con diferente aporte lipídico en cantidad y composición de la grasa:

T1: Dieta testigo en base a maíz, harina de soja y harina de carne (5.16% EE).

T2: Dieta con 20% de poroto de soja desactivada (8.51% EE).

T3: Dieta con 25% de afrechillo de arroz integral (7.28% EE).

T4: Dieta con 24 % de MS proveniente de suero de queso entero (5.03% EE).

Bauzá *et al.*, en la parte 1 de este trabajo, describen exhaustivamente la composición de las dietas y otros aspectos de la metodología aplicada en el ensayo.

Determinaciones y métodos analíticos

A las 24 horas *post-mortem*, en la línea media dorsal se tomaron muestras de grasa subcutánea a la altura de la 7ª vértebra caudal, la última y primera costilla para la determinación del perfil lipídico de la misma.

El análisis de la composición en ácidos grasos se realizó por cromatografía gaseosa de los ésteres metílicos según lo establecido por la American Oil Chemists' Society (AOCS) Ce 1- 91 (1993). La preparación de los ésteres metílicos se realizó según AOCS Ce 2 – 62 (1993). Se estableció la proporción de Ácidos Grasos Saturados (SFA): C14:0 (ácido mirístico), C16:0 (ácido palmítico), C18:0 (ácido esteárico); Monoinsaturados (MUFA): C16:1 (ácido palmitoleico), C18:1 (ácido oleico) y Poliinsaturados (PUFA): C18:2 (ácido linoleico), C18:3 (ácido linolénico) y sus relaciones (SFA/PUFA, ω -6/ ω -3).

El análisis de los datos se realizó mediante el programa estadístico XLSTAT 2006, realizándose un análisis de varianza (ANOVA) con un intervalo de confianza del 99% ($p < 0.01$) para composición de la grasa y las correspondientes relaciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Existen diferencias significativas ($p < 0.01$) en el perfil lipídico entre la grasa procedente de los diferentes tratamientos, salvo en el caso del contenido de ácido mirístico (Cuadro 1).

Los tratamientos T2 y T3 presentan menor proporción de SFA y MUFA y mayor contenido de PUFA que los tratamientos T1 y T4. Esto indica que los animales alimentados con dietas ricas en lípidos y particularmente en grasas poliinsaturadas (como las que incluyen afrechillo de arroz y el poroto de soja), presentan en el tejido adiposo subcutáneo una mayor proporción de PUFA, sobre todo de ácido linoleico. En el caso del afrechillo de arroz, más del 30% de los lípidos totales corresponden a este último ácido graso (Bauzá, 2000) y en el caso del poroto de soja dicho porcentaje supera el 52% (Dolz, 1996). En contrapartida, dietas con alimentos de origen animal (como es el caso de la harina de carne y el suero de queso) tienden a presentar mayor proporción de SFA (García, 2006).

Lo anterior coincide con lo reportado por diversos investigadores (Rhee *et al.*, 1988; Enser *et al.*, 2000; Mitchaothai *et al.*, 2007) que han logrado modificar en diferentes proporciones el perfil lipídico de la grasa subcutánea e intramuscular hacia un mayor contenido de PUFA, utilizando dietas ricas en ácidos grasos ω -6 y ω -3.

Cuadro 1. Efecto de la dieta sobre la composición lipídica de la grasa subcutánea.

Ácidos grasos	T1	T2	T3	T4
C14:0 mirístico	1.27 ns	1.17 ns	1.13 ns	1.23 ns
C16:0 palmítico	24.14 a	22.40 b	22.34b	23.54 a
C16:1 ω -7 palmitoleico	2.01 a	1.41 b	1.40 b	1.73 a
C18:0 esteárico	14.90 a	13.93 b	13.56 b	15.20 a
C18:1 ω -9 oleico	41.53 a	37.86 b	39.73 a	41.53 a
C18:2 ω -6 linoleico	12.00 a	16.71 b	16.73 b	12.31 a
C18:3 ω -3 α -linolénico	0.96 c	1.28 ab	1.18 b	1.31 a
Total SFA	40.31 a	37.50 b	37.03 b	39.97 a
Total MUFA	43.54 a	39.27 b	41.13 b	43.26 a
Total PUFA	12.96 a	17.99 b	17.91 b	13.62 a

a,b,c valores medios con diferentes subíndices difieren significativamente ($p < 0.01$).

Desde el punto de vista tecnológico, niveles superiores a 14% de ácido linoleico generan problemas en la elaboración de productos fermentados crudos, dada la consistencia blanda de la grasa, la fluidización durante el estufaje y los problemas de enranciamiento (Stiebing *et al.*, 1993, citado por Ruíz y López Bote, 2005). Por otro lado, para la elaboración del jamón de Parma, el contenido de ácido linoleico de la materia prima empleada no debe superar el 15% (Pastorelli *et al.*, 2003). Sin embargo, Warnants *et al.* (1998) señalan que para otros tipos de chacinados es posible obtener productos de calidad con hasta un 21% de ácido linoleico en la grasa. En el presente trabajo únicamente la grasa proveniente de los tratamientos T1 y T4 cumplen la condición de presentar menos de un 14% de ácido linoleico; de todas formas, los tratamientos T2 y T3 están por debajo del 21% para el ácido graso en cuestión.

En relación a las características nutricionales de la grasa obtenida, no solo interesan los niveles de los ácidos grasos por separado, sino que también la relación entre los mismos (Cuadro 2). La relación entre PUFA y SFA de los tratamientos T2 y T3 es significativamente superior a la de los tratamientos T1 y T4. Para este parámetro se recomiendan valores superiores a 0.45 (Warnants *et al.*, 1998), como los obtenidos en los tratamientos T2 y T3.

Cuadro 2. Efecto de la dieta sobre las relaciones entre ácidos grasos de la grasa subcutánea.

	T1	T2	T3	T4
Relación PUFA/SFA	0.32 b	0.48 a	0.48 a	0.34 b
Relación ω -6/ ω -3	12.50 b	13.05 b	14.15 a	9.39 c

a,b,c valores medios con diferentes subíndices difieren significativamente ($p < 0.01$).

Si bien los tratamientos T2 y T3 presentan un menor porcentaje de SFA, también alcanzaron una menor proporción de MUFA. A pesar que lo primero es deseable, lo segundo desmejora la calidad nutricional y sensorial del producto. Esto se debe a que los MUFA, fundamentalmente el ácido oleico, tienen un efecto positivo sobre las lipoproteínas de alta densidad (factor de protección sobre enfermedades cardiovasculares) y confieren atributos sensoriales de gran interés en carne fresca y productos curados a nivel de aroma (por efecto de sustancias volátiles como el octanal y nonanal), sabor y color de la grasa (Ventanas *et al.*, 1997).

Un aspecto a destacar es la diferencia significativa en ácido α -linolénico existente entre el tratamiento T4 y el

resto de los tratamientos y la mejor relación ω -6/ ω -3 que éste posee. Desde el punto de vista nutricional, los valores óptimos de dicho índice deberán ser inferiores a 5; de todas maneras, dado que las dietas occidentales presentan relaciones por encima de ese valor, llegando incluso a 17, la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2000) sugiere relaciones ω -6/ ω -3 menores a 10. El resto de los tratamientos se halla por encima de dicho rango de valores.

CONCLUSIONES

La alimentación suministrada a los cerdos afectó significativamente el perfil de ácidos grasos de la grasa subcutánea y por ende las relaciones entre los mismos.

Los niveles de inclusión de ingredientes con alto porcentaje de lípidos y alta proporción de PUFA (como es el caso del afrechillo de arroz y el poroto de soja) en la dieta animal, deberán ser acotados para que la proporción de dichos ácidos grasos en el tejido adiposo se encuentre dentro del rango óptimo para el procesamiento industrial.

Las proporciones de afrechillo de arroz y poroto de soja utilizadas en este estudio no mejoran la calidad de la grasa desde el punto de vista de la nutrición humana.

BIBLIOGRAFÍA

- AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY SOCIETY SOCIETY SOCIETY (AOCS). 1993. Official Methods and Recommended practices of the AOCS. Champaign (USA).
- BAUZÁ, R. 2000. El afrechillo de arroz como alimento para cerdos y otros animales domésticos. Montevideo, Facultad de Agronomía. 80pp.
- DOLZ, S. 1996. Utilización de grasas y subproductos lipídicos en monogástricos. XII Curso de Especialización FEDNA. Madrid. 7-8 Noviembre 1996.
- ENSER, M.; RICHARDSON, R. I.; WOOD, J. D.; GILL, B. P. and SHEARD, P. R. 2000. Feeding linseed to increase the n-3 PUFA of pork: fatty acid composition of muscle, adipose tissue, liver and sausages. *Meat Sci.* 55(2):201-212.
- GROMPONE, M.A.; IRIGARAY, B. and GIL, M. 2006. Estudio del exudado de aceite en salamines en función de las propiedades de la grasa utilizada. *Revista Aceites y Grasas.* Tomo XVI. Vol 1. N°62.
- KOCH, D.E.; PEARSON, A.M.; MAGEE, W.T.; JOEFER, J.A. and SCHWEIGERT, B.S. 1968. Effect of diet on the fatty acid composition of pork fat. *Journal of Animal Sci.* 27:360-365.
- LÓPEZ-BOTE, C; REY, A.I.; ORTIZ, L. y MENOYO, D. 2004. Cambios en el perfil de ácidos grasos en productos animales en relación con la alimentación animal y humana. 2.

- Monogástricos. XX Curso de Especialización FEDNA. Barcelona. 23-24 Noviembre 2004.
- MITCHAOATHAI, J.; YUANGKLANG, C.; WITTAYAKUN, S.; VASUPEN, K.; WONGSUTTHAVAS, S.; SRENANUL, P.; HOVENIER, R.; EVERTS, H. and BEYNEN, A.C. K. 2007. Effect of dietary fat type on meat quality and fatty acid composition of various tissues in growing-finishing swine. *Meat Sci.* 76(1):95-101.
- MONZIOLS, M; BONNEAU, M.; DAVENEL, A and KOUBA, M. 2007. Comparison of the lipid content and fatty acid composition of intermuscular and subcutaneous adipose tissues in pig carcasses. *Meat Sc.* 76(1):54-60.
- NURNBERG, K.; WEGNER, J. and ENDER, K. 1998 . Factors influencing fat composition in muscle and adipose tissue of farm animals. *Livestock Production Science.* 56 (2) (1998) pp 145-156.
- PASTORELLI, G.; MAGNI, S.; ROSSI, R.; PAGLIARINI, E; BALDINI, P.; DIRINCK, P; VAN OPSTAELE; F. and CORINO, C. 2003. Influence of dietary fat, on fatty acid composition and sensory properties of dry-cured Parma ham. *Meat Sci.* 65(1):571-580.
- RHEE, K.S; ZIPRIN, Y.A.; ORDONEZ, G. and BOHAC, C. E. 1988. Fatty acid profiles of the total lipids and lipid oxidation in pork muscles as affected by canola oil in the animal diet and muscle location. *Meat Sci.* 23(3):201-210
- RUIZ, J. y LÓPEZ-BOTE, C. 2005. Alimentación y calidad sensorial de cerdos destinados a la obtención de productos cárnicos de calidad diferenciada. XXI Curso de Especialización FEDNA. Barcelona 7-8 noviembre de 2005.
- TEYE, G.A.; SHEARD, P.R.; WHITTINGTON, F.M.; NUTE, G.R.; STEWART, A. and Wood; J.D. 2006. Influence of dietary oils and protein level on pork quality. 1. Effects on muscle fatty acid composition, carcass, meat and eating quality. *Meat Sci.* 73:157-165.
- VENTANAS, J.; RUIZ, J.; ANTEQUERA, T.; MARTÍN, L.; GARCÍA, C.; TEJEDA, J.F. y CAVA, R. 1997. Características de la materia prima y del producto que determinan la calidad del jamón Ibérico. *Eurocarne* 62: 35-41.
- WARNATS, N. y VAN OECKEL, M.J. 1996. Incorporation of dietary polyunsaturated fatty acids in pork tissues and its implications for the quality of the end products. *Meat Sci.* 44:125-144.
- WARNATS, N.; VAN OECKEL, M.J. and BOUCQUÉ, C.V. 1998. Effect of dietary polyunsaturated fatty acids in pork backfat on the quality of salami. *Meat Sci.* 49(4):435-445.
- WILLIAMS, C.M. 2000. Dietary fatty acids and human health. *Annales de Zootechnie*, 49:165-180.
- WOOD, J.D.; RICHARDSON, R. I.; NUTE, G. R. ; FISHER, A. V. ; CAMPO, M. M. ; KASAPIDOU, E.; SHEARD; P. R. and ENSER, M. 2004. Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Sci.* 66(1):21-32.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. 2000. Population nutrient intake goals for preventing diet-related chronic diseases. <http://www.who.int/nutrition/topics/5population.nutrient/index13.html>.
- XLSTAT 2006. Versión 4.2, Addinsoft, New York, NY, USA.

