

[NUTRICIÓN EN PORCINO IBÉRICO]

Diferenciación de la alimentación en el porcino ibérico mediante el análisis de lípidos

Ana I. Rey

Clemente J. López-Bote

Facultad de Veterinaria, UCM,
Dpto. de Producción Animal

Argimiro Daza

E.T.S.I. Agrónomos, UPM,
Dpto. de Producción Animal

La orientación productiva del cerdo Ibérico en extensivo ha cambiado de una forma muy marcada en las últimas décadas. De ser una actividad ganadera donde la rentabilidad se basaba en reducir al máximo el aporte de capital y en la mejor utilización de los recursos de la dehesa gracias a la rusticidad de los animales, se ha pasado a un tipo de producción de muy alta rentabilidad por la creciente demanda de los productos del cerdo ibérico.

La dehesa y más concretamente la bellota se ha convertido en un bien escaso que hay que cuidar con gran atención y preservar para que el cerdo lo pueda aprovechar en toda su integridad. Ello ha propiciado que el aprovechamiento de los recursos naturales quede limitado a la última etapa de cebo. Además, el nuevo modelo de producción y la dependencia estacional de la bellota ha generado que una mayoría de los cerdos cebados que se producen sean de pienso, siendo el coste de producción de los mismos mucho menor y quedando limitada la producción de cerdos en montanera a los animales nacidos desde septiembre a diciembre. Estos animales acceden generalmente a dicho segmento productivo con 12-14 meses de edad en cantidad variable según las disponibilidades de bellota

de la explotación (Daza, 1996). Por otra parte, el elevado coste de los productos del ibérico y la heterogeneidad propia de la producción en extensivo (uso de distintas genéticas, edades, alimentación en premontanera o pesos ganados en montanera), ha propiciado en los últimos años, quizá con mayor intensidad que nunca, la proliferación de prácticas fraudulentas basadas en la producción de animales en situaciones intensivas y la comercialización como si se tratara de cerdos producidos en la dehesa. Por tanto, es necesario, establecer mecanismos de control estrictos. Así, se han realizado varios esfuerzos analíticos con el objeto de mejorar la clasificación entre los distintos tipos comerciales de cerdos ibéricos (punto de fusión, ácidos grasos, técnicas basadas en el espectro infrarrojo cercano (NIR), determi-





El isómero alfa se encuentra principalmente en la hierba, mientras que el isómero gamma-tocoferol está en mayor concentración en la bellota

nación de presencia o ausencia de neofitadieno en grasa intramuscular, visitas de control de explotaciones, etc.) (González, 1997; www.asici.com; RD 1083/2001), pero algunas de estas medidas exigen de un complejo y largo proceso analítico o no son del todo efectivas para controlar posibles prácticas fraudulentas.

En la actualidad, prácticamente todos los mecanismos de control post-mortem se basan en la composición en ácidos grasos. El perfil de ácidos grasos de los alimentos que el cerdo ingiere en montanera, al tratarse de un animal monogástrico, se refleja con pocas modificaciones en el tejido graso, motivo por el cual se utiliza este último como medida de diferenciación de la alimentación de los animales y que por tanto se utiliza como criterio para fijar el precio y calidad del producto. De este modo, la ASICI (Asociación Interprofesional del Cerdo Ibérico) publica todos los años el rango aceptable de los ácidos grasos mayoritarios para cada tipo comercial: montanera, recebo y pienso. Sin embargo, en muchos casos esta medida por sí sola es insuficiente para garantizar una correcta clasificación de canales y carnes según su origen productivo, puesto que se han formulado piensos que permiten imitar el perfil de ácidos grasos de la bellota (López-Bote et al., 1999). Ello produce una situación de indefensión en muchas ocasiones por parte de los productores. No resulta infrecuente que el perfil de ácidos grasos en los tejidos del cerdo no se ajuste exactamente a lo que cabría esperarse y que productores tradicionales que utilizan dehesas para el cebo de los cerdos en montanera se lamenten con frecuencia de tener peores niveles de ácidos grasos que algunos que ceban en condiciones intensivas.

Tabla 1:

Concentración de tocoferoles en el pienso, bellota o hierba

	Ración	Bellotas		Hierba	
Gamma tocoferol (μ /g MS)	7,73	57,5	\pm 29,6	35,3	\pm 20,1
Alfa tocoferol (μ /g MS)	38,15	9,3	\pm 14,4	158,3	\pm 32,4

Acumulación de tocoferoles en los tejidos como medida de diferenciación de los cerdos ibéricos según su alimentación

Entre otros compuestos liposolubles que el animal ingiere en montanera, se ha identificado además la presencia de vitamina E en forma de isómeros de alfa y gamma tocoferol (Rey et al., 1998). El isómero alfa se encuentra principalmente en la hierba en concentraciones abundantes mientras que el isómero gamma tocoferol está en mayor concentración en la bellota (Rey et al., 1998) (Tabla 1). Estudios previos llevados a cabo en nuestro laboratorio han puesto de manifiesto la absorción y acumulación de estos compuestos (alfa y gamma-tocoferol) en los tejidos de cerdos ibéricos producidos en montanera en cantidades superiores a aquellos animales alimentados con piensos suplementados con un nivel basal de acetato de alfa-tocoferol (Rey et al., 1997). Al ser el animal el que accede a la planta, ésta mantiene toda una serie de compuestos sin deteriorarse. Cualquier procedimiento de deshidratación, molienda o simplemente conservación de los

alimentos del ganado (por no mencionar el tratamiento térmico, aunque sea tan somero como el que se produce durante el granulado del pienso), hace que la concentración de muchos de estos compuestos descienda marcadamente en el alimento, de modo que la absorción y acumulación se vea afectada muy negativamente.

Puesto que los tocoferoles son un grupo de antioxidantes potentes, su acumulación en los tejidos les confiere a los mismos una mayor estabilidad frente a la oxidación lipídica (Rey et al., 1997), lo que es considerado como un parámetro de calidad del producto (Buckley et al., 1995). Además la acumulación de gamma tocoferol en los productos procedentes de cerdos ibéricos alimentados en extensivo puede tener efectos interesantes en la salud del consumidor al poseer propiedades antiinflamatorias (Jiang et al., 2001), y actuar en la prevención de la enfermedad cardiovascular (Saldeen et al., 1999) y el cáncer (Campbell et al. 2003) lo que ofrece más argumentos a favor de la producción de cerdos ibéricos de montanera. Por tanto, es importante establecer una clara diferenciación entre los anima-

Tabla 2:

Contenido en tocoferoles (alfa y gamma) (μ g/g) de los músculos del lomo y jamón (*Longissimus dorsi* y *Biceps femoris*) y grasa subcutánea (capas interna y externa) según el tiempo de estancia en montanera (experimento 1)

Tiempo	0 días	46 días	83 días	111 días	s.d.	Nivel de significación
Tejido	Pienso	Extensivo 3	Extensivo 2	Extensivo 1		
<i>L. dorsi</i> (lomo)						
Alfa tocoferol	0,000c	0,894b	1,298a	1,434a	0,247	***
Gamma tocoferol	3,436a	3,243a	3,360a	3,255a	0,808	ns
<i>B. femoris</i> (jamón)						
Alfa tocoferol	0,314c	2,203b	2,845a	3,506a	0,535	***
Gamma tocoferol	6,301a	7,047a	6,811a	7,604a	1,044	ns
Capa interna grasa						
Alfa tocoferol	1,335d	3,599c	4,681b	5,610a	0,710	***
Gamma tocoferol	11,707a	12,716a	11,575a	11,019a	1,760	ns
Capa externa grasa						
Alfa tocoferol	1,006d	3,140c	4,205b	5,425a	0,730	***
Gamma tocoferol	10,728a	10,939a	9,983a	11,906a	1,858	ns

Tabla 3:

Ecuaciones de regresión de los contenidos de alfa tocoferol y gamma tocoferol ($\mu\text{g/g}$) en el lomo (*Longissimus dorsi*), músculo del jamón (*Biceps femoris*), capa interna y externa de la grasa subcutánea en función de los días de estancia en montanera

		Intercepto	días	días ²	R ²	s.d.	Lineal	Cuadrático
Gamma tocoferol	<i>Longissimus dorsi</i>	0,00283	0,02317	-0,00009	0,8705	0,231	***	**
	<i>Biceps femoris</i>	0,34810	0,04629	-0,00018	0,8697	0,431	***	*
	Capa externa	1,10230	0,03890		0,8480	0,730	***	ns
	Capa interna	1,39770	0,04259		0,8119	0,882	***	ns
Alfa tocoferol	<i>Longissimus dorsi</i>	3,42725	-0,00535	0,00005	0,0065	0,814	ns	ns
	<i>Biceps femoris</i>	6,28860	0,01179		0,2235	0,956	*	ns
	Capa externa	10,88387	-0,02826	0,00032	0,0832	1,903	ns	ns
	Capa interna	11,8156	0,0167	-0,0002	0,0149	1,817	ns	ns

les alimentados en extensivo y aquellos alimentados con piensos compuestos.

De estos compuestos detectados e identificados en los tejidos, el que mayor capacidad de discriminación mostró para diferenciar a los animales según su alimentación fue el contenido en gamma tocoferol, por lo que podría servir como método complementario al análisis de ácidos grasos para establecer el origen productivo. Recientemente se ha publicado un trabajo (Animal Science, 82 (6), 901-908) en el que se cuantifica por primera vez la acumulación de los tocoferoles alfa y gamma en los tejidos muscular y adiposo en función del tiempo de estancia en montanera o los kg engordados. Por su interés práctico, nos ha parecido conveniente divulgarlo pretendiendo que sea útil para el ámbito ganadero en general y para el sector del porcino ibérico en particular.

Efecto del tiempo de estancia en montanera sobre la acumulación de los isómeros alfa y gamma tocoferol

Se utilizaron 32 cerdos torbiscales castrados que se alimentaron a partir de un peso medio de 109.9 ± 6.7 kg durante los siguientes periodos en montanera: 46 días (Extensivo 3), 83 días (Extensivo 2) y 111 días (Extensivo 1), con el objeto de evaluar el tiempo de estancia en montanera sobre la acumulación de los tocoferoles en los tejidos. Un grupo restante de ocho cerdos recibieron un pienso compuesto en confinamiento durante todo el periodo de cebo (111 días). En todos

los casos, la distribución del alimento suministrado a los cerdos en confinamiento se calculó semanalmente para permitir un crecimiento similar al de los cerdos alimentado en libertad y estuvo en el rango de 3-3.5 kg pienso/día. Los pesos ganados en la fase de cebo fueron 49.38 ± 9.8 kg (pienso), 15.33 ± 7.2 kg (Extensivo 3), 31.31 ± 12.1 kg (Extensivo 2) y 53.27 ± 16.2 kg (Extensivo 1). Todos los animales se sacrificaron a la vez a un peso medio de 147.25 kg

Las concentraciones de alfa y gamma tocoferol en el músculo *Longissimus dorsi* se cuantificaron según el método descrito por Rey et al. (1996), mientras que en el músculo *Biceps femoris* y en la grasa subcutánea se analizaron siguiendo el procedimiento descrito en la patente de invención nº P200501198 (Universidad Complutense de Madrid, 2005).

La acumulación de los tocoferoles en los tejidos aparece en la **Tabla 2**. En estos resultados se observa que las concentraciones de gamma tocoferol en los músculos *Longissimus dorsi* (lomo), *Biceps femoris* (jamón) y grasa subcutánea (interna y externa) se vieron afectadas por el periodo de alimentación en montanera, mientras que el contenido en alfa tocoferol apenas se vio afectado. Las concentraciones más altas de alfa y gamma tocoferol se encontraron en la capa interna de la grasa, seguida de la capa externa, el músculo *Biceps femoris* y el músculo *Longissimus dorsi*. Tal y como se esperaba, el grupo alimentado exclusivamente con pienso tuvo el contenido más bajo en gamma tocoferol en ambos músculos y en las capas

interna y externa, valores que se incrementaron de forma significativa hasta los 83 días de alimentación en ambos músculos y hasta 111 días en las capas externa e interna. Por otra parte, la concentración de alfa tocoferol no cambió durante los días de alimentación en montanera ni respecto a los animales alimentados con un pienso suplementado con 40 ppm lo que nos indicaría que la ingestión de alfa tocoferol fue similar para todos los grupos y que el consumo de hierba entre los animales alimentados en extensivo no fue diferente.

La relación entre el contenido en gamma tocoferol de las capas externa e interna según los días de estancia en



Tabla 4:

Ecuaciones de regresión de alfa tocoferol y gamma tocoferol ($\mu\text{g/g}$) en el lomo (*Longissimus dorsi*), músculo del jamón (*Biceps femoris*), capas interna y externa de la grasa subcutánea en función de los kg engordados durante el periodo de cebo en extensivo

		Intercepto	kg	kg ²	R ²	s.d.	Lineal	Cuadrático
Gamma tocoferol	<i>Longissimus dorsi</i>	0,0931	0,0515	-0,0004	0,8285	0,266	***	***
	<i>Biceps femoris</i>	0,6152	0,0950	-0,0008	0,8189	0,516	***	***
	Capa externa	1,3408	0,1102	-0,0006	0,8595	0,705	***	**
	Capa interna	1,6438	0,1221	-0,0007	0,8375	0,843	***	**
Alfa tocoferol	<i>Longissimus dorsi</i>	3,4276	-0,0166	0,0003	0,0698	0,787	ns	ns
	<i>Biceps femoris</i>	6,2828	0,0254		0,3723	0,860	**	ns
	Capa externa	11,0767	-0,0871	0,00179	0,4480	1,476	**	***
	Capa interna	12,2650	-0,0590	0,00099	0,1108	1,726	ns	**

montanera siguieron una respuesta lineal (Tabla 3), mientras que los músculos *Longissimus dorsi* y *Biceps femoris* siguieron una respuesta lineal y cuadrática simultáneamente, que se ajustaron a las siguientes funciones exponenciales:

$$L. \text{dorsi: gamma tocoferol} = -0.00038 (\pm 0.0769) + 1.8624 (\pm 0.2987) (1-e^{-0.0143 \text{ días}}) (P<0.0001) (R^2= 0.9574)$$

$$B. \text{femoris: gamma tocoferol} = 0.3244 (\pm 0.2124) + 3.6279 (\pm 0.2986) (1-e^{-0.0152 \text{ días}}) (P<0.0001) (R^2= 0.9993)$$

Efecto de los kg engordados en montanera sobre la acumulación de los isómeros alfa y gamma tocoferol

Con el objeto de esclarecer como el rango de aumento de peso afectaba a la acumulación en alfa y gamma tocoferol, se alimentaron dos grupos de cerdos ibéricos nacidos en diferentes momentos del año (marzo y noviembre) en montanera desde los 100 kg aproximadamente durante un periodo de 111 días. El grupo que engordó más (extensivo A, 68.7 ± 9.7 kg) tuvo una cantidad mayor de gamma tocoferol en las capas interna y externa que aquellos del grupo extensivo B que engordaron menos (43.6 ± 10.2 kg) debido a que al ser animales más jóvenes mostraron una menor capacidad de ingestión (Gráficos a-d). Sin embargo, no se detectaron diferencias en la proporción de gamma tocoferol en el músculo *Longissimus dorsi* y *Biceps femoris*. La concentración de gamma tocoferol en función del peso ganado en extensivo, mostró una respuesta lineal y cuadrática en todos los tejidos (Tabla 4) que se ajustaron a las siguientes funciones exponenciales:

$$L. \text{dorsi: gamma toc} = -0.00085 (\pm 0.0771) + 1.5516 (\pm 0.1107) (1-e^{-0.0605 \text{ kg}}) (P<0.0001) (R^2= 0.9666)$$

$$B. \text{femoris: gamma toc} = 0.3570 (\pm 0.2271) + 3.0297 (\pm 0.2849) (1-e^{-0.0601 \text{ kg}}) (P<0.0001) (R^2= 0.9672)$$

$$\text{Grasa externa: gamma toc} = 1.2200 (\pm 0.2157) + 6.0508 (\pm 0.8948) (1-e^{-0.0229 \text{ kg}}) (P<0.0001) (R^2= 0.9984)$$

$$\text{Grasa interna: gamma toc} = 1.5546 (\pm 0.2616) + 6.8820 (\pm 1.2501) (1-e^{-0.0212 \text{ kg}}) (P<0.0001) (R^2= 0.9988)$$

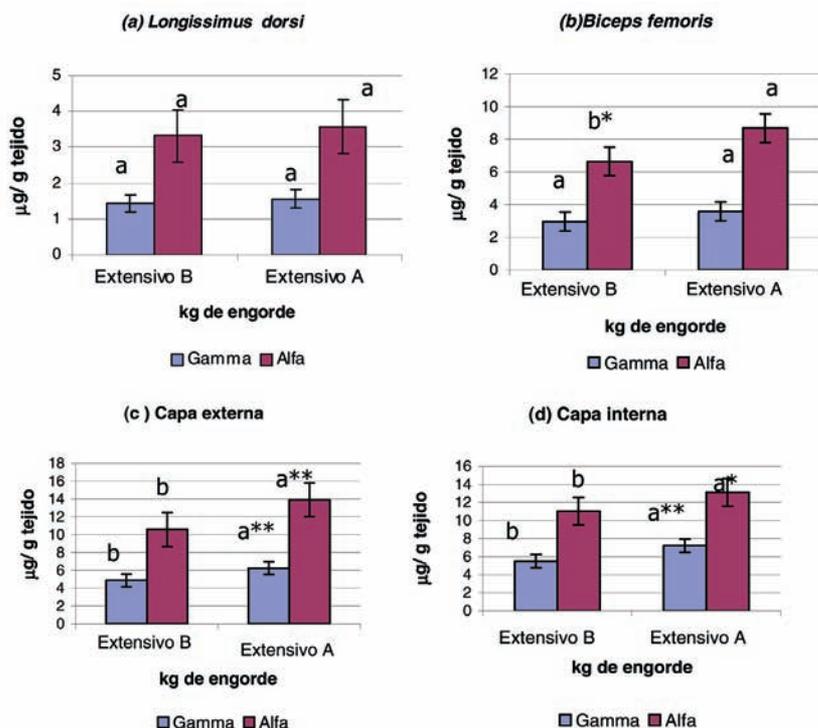
Es interesante destacar que la concentración de alfa tocoferol en el grupo A fue mayor en las capas grasas y en el músculo *Biceps femoris* que en el grupo B (Gráficos a-d). Estos resultados podrían indicar que la acumulación de alfa tocoferol está más directamente relacionada con el peso ganado que con el periodo de alimentación en montanera. Estas diferencias posiblemente se debieron a distinta ingestión de hierba, y por tanto los cerdos de más edad (grupo A) engordaron más debido a una mayor ingestión de



Se han formulado piensos que permiten imitar el perfil de ácidos grasos de la bellota, lo que produce una situación de indefensión en muchas ocasiones por parte de los productores

Gráfico a-d:

Contenido en tocoferoles (alfa y gamma) (ug/g) de (a) lomo (*Longissimus dorsi*) (b) músculo del jamón (*Biceps femoris*) (c) capa de grasa externa y (d) capa de grasa interna según el peso ganado (kg) durante el periodo de cebo en extensivo (Experimento 2)



hierba que aquellos nacidos en marzo, apoyado por el hecho de que mostraron un menor rendimiento a la canal (78.9 vs 80.5) (debido al mayor desarrollo del intestino grueso). Sin embargo, el contenido en alfa tocoferol en función del peso ganado (Tabla 4) mostró coeficientes de determinación inferiores a los detectados para el gamma tocoferol, con lo que la determinación de gamma tocoferol es un procedimiento más válido de diferenciación basado en el hecho de que el principal alimento que el animal ingiere en extensivo es la bellota.

Conclusiones

La acumulación de los isómeros alfa y gamma tocoferol sigue una respuesta diferente en los distintos tejidos según el tiempo de estancia en montanera o los kg engordados en extensivo. De acuerdo a los resultados observados, para diferenciar los distintos tipos comerciales de cerdos ibéricos se podría utilizar como procedimiento complementario al actualmente utili-

zado basado en la cuantificación de ácidos grasos, la determinación de la concentración de gamma tocoferol. De forma que para discriminar entre cerdos alimentados en montanera (es decir, los alimentados en recebo o montanera exclusiva) podría ser útil la determinación del contenido en gamma tocoferol de la grasa subcutánea. Así, si tenemos en cuenta la ecuación de regresión del gamma tocoferol de la grasa subcutánea externa en función de los kg engordados y considerando que la norma de calidad establece que un animal de montanera exclusiva es aquel que ha engordado al menos 46 kg (4 arrobas), esto correspondería a un valor medio exigible de 5,1 mg de gamma tocoferol/g de grasa. Mientras que para la discriminación entre cerdos alimentados con pienso o en montanera se puede utilizar la determinación del contenido en gamma tocoferol del músculo que presenta valores iniciales (animales alimentados cero días en montanera o con pienso), más bajos que para la grasa subcutánea.

Bibliografía

Buckley, D.J., Morrissey, P.A. and Gray, J.I. 1995. Influence of dietary vitamin E on the oxidative stability and quality of pig meat. *J. Anim. Sci.* 73:3122-3130.

Campbell, S., Stone, W., Whaley, S., and Krishnan, K. 2003. Development of gamma-tocopherol as a colorectal cancer chemopreventive agent. *Critical Reviews in Oncology/Hematology* 47:249-259.

Daza, A. 1996. El sector del porcino Ibérico-I. *Mundo Ganadero* 83: 30-34.

González, E. 1997. Contribución al estudio de los piensos utilizados en el cebo del cerdo Ibérico. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria. Universidad de Extremadura. <http://www.asici.com>

Jiang, Q., Christen, S., Shigenaga, M.K. and Ames, B.N. 2001. Gamma-Tocopherol, the major form of vitamin E in the US diet, deserves more attention. *American Journal of Clinical Nutrition* 74: 714-22.

López Bote, Rey, A.I. e Isabel, B. 1999. Efecto de la nutrición y el manejo sobre la calidad de la grasa en el cerdo. *FEDNA* 15:225

López-Bote, C.J. y Rey, A.I. 2005. Invention patent no. 200501198. Universidad Complutense de Madrid RD 1083/2001 de 5 de octubre, por el que se aprueba la norma de calidad para el jamón ibérico, paleta ibérica y caña de lomo ibérico elaborados en España.

Rey A., López C., Soares M., Isabel B. 1996. Determination of a-tocopherol in pork with high intramuscular fat content. *Grasas y Aceites* 47: 331: 334

Rey, A.I., Isabel, B., Cava, R., and Lopez- Bote, C.J. 1998. Dietary acorns provide a source of gamma-tocopherol to pigs raised extensively. *Can. J. Anim. Sci.* 78: 441-443.

Rey, A.I., Lopez- Bote, C.J., and Sanz Arias, R. 1997. Effect of extensive feeding on a- tocopherol concentration and oxidative stability of muscle microsomes from Iberian pigs. *Anim. Sci.* 65: 515-520.

Saldeen, T., Li, D., Mehta, J.L. 1999. Differential effects of alpha- and gamma-tocopherol on low-density lipoprotein oxidation, superoxide activity, platelet aggregation and arterial thrombogenesis. *J. Amer. Coll. Cardiology* 34:1208-1215. •