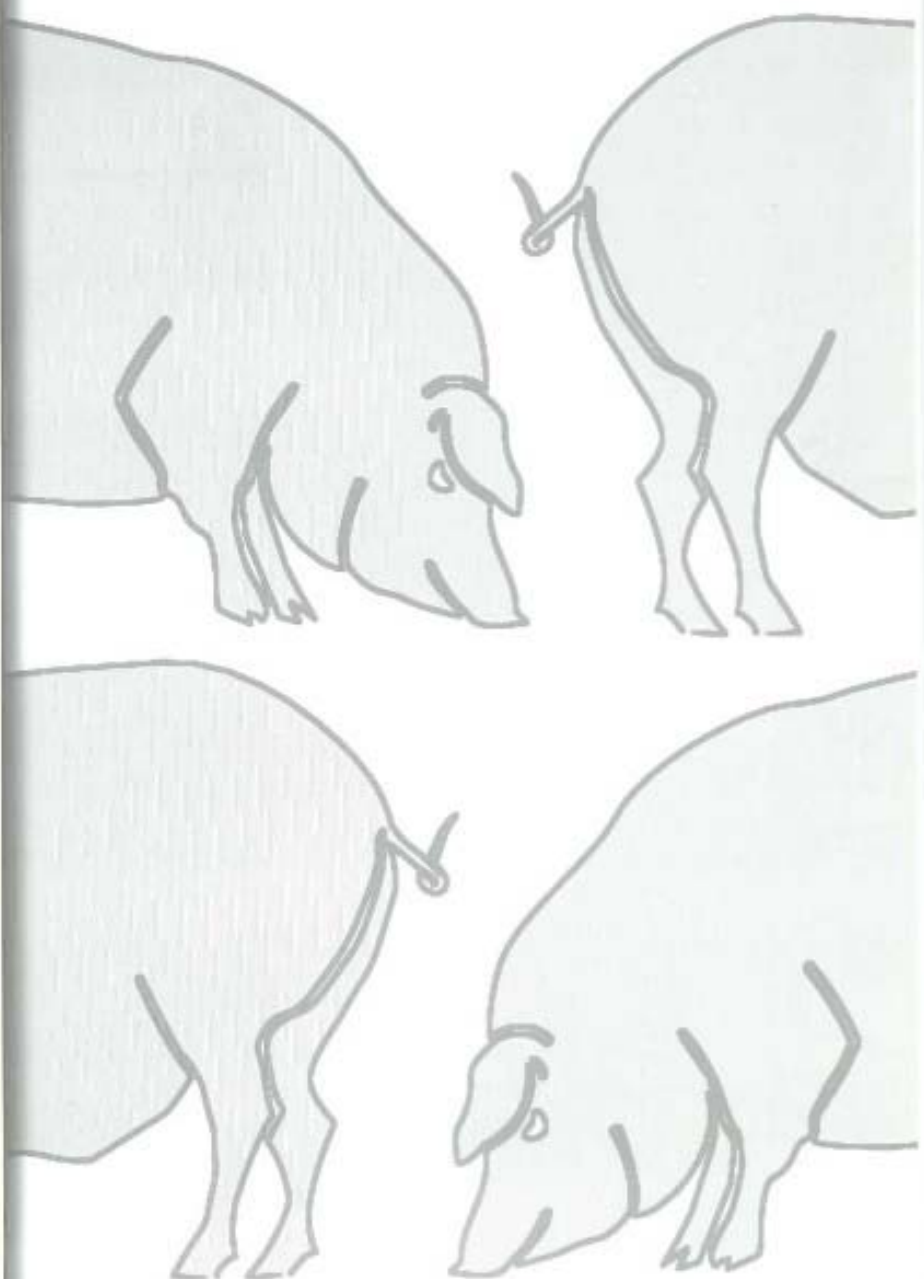


ABRIL 2002

Nº 8



CERDO

IBERICO



Obtención de medidas de calidad de carne y grasa en el esquema de evaluación genética de cerdos ibéricos mediante NIRS

De Pedro^a, C. Rodríguez^b, N. Nuñez^a, A. Garrido^a, J. García-Olmo^a, Elena Diéguez^b y Juan García^b

a Dpto. de Producción Animal, E.T.S.I.A.M.. Universidad de Córdoba.

b Dpto. de Mejora Genética Animal. SIGIT-INIA (Madrid).

c AECERIBER. Apdo de Correos. 40. 06300 Zafra (Badajoz)

1.- INTRODUCCIÓN

El objetivo de toda actividad empresarial es conseguir beneficios y, siempre que sea posible, tratar de que estos sean máximos. La producción de cerdo Ibérico no es ajena a este principio y su producción, a lo largo de los últimos años, ha sufrido grandes transformaciones para poder ser competitiva. Así, se han realizado cruzamientos con otras razas, para incrementar la productividad de las cerdas, reducir los índices de conversión alimenticia, aumentar la ganancia media diaria y mejorar el rendimiento magro de sus canales. Al mismo tiempo se han mejorado las condiciones sanitarias y de manejo de los animales, para conseguir reducir las bajas durante la producción y crecimiento de lechones. Todo ello se ha realizado sin valorar las consecuencias que, a medio y largo plazo, traían estos cambios: Por una parte, los riesgos de la desaparición de la raza Ibérica y del ecosistema dehesa, dada la estrecha relación que existe entre ambos y, por otra, la pérdida de calidad de los productos, al no realizar el engorde aprovechando la montanera.

Este aspecto de la calidad de sus piezas más nobles ha sido una de las claves para que esta raza no haya seguido los mismos pasos que otras razas autóctonas españolas, contemporáneas a ella en otras décadas y que han desapa-



recido del mapa ganadero español, o están a punto de hacerlo. Surge así la necesidad de conocer a fondo las características del cerdo Ibérico que ayuden a su conservación y que le hacen ser más competitivo frente a otras razas y sus cruces o con otros sistemas de engorde-acabado que pretendan imitar la calidad de sus carnes y grasas.

Un factor decisivo en la recuperación que ha tenido el cerdo Ibérico, en los últimos años, ha sido la labor realizada por AECERIBER. Gracias a ella, y al apoyo que ha tenido de las Administraciones Públicas, se ha pasado de unas 6.000 reproductoras puras Ibéricas de los años 80 a



las casi 30.000 inscritas en el Libro Genealógico en el año 2000.

En este contexto, según destacan SILIÓ et al (2001), AECERIBER viene realizando anualmente, desde 1993, ensayos de rendimiento productivo comparando grupos de animales representativos de diferentes ganaderías. Estas pruebas permiten comparar el nivel genético de las ganaderías de procedencia y estimar el mérito mejorante de los animales. A través de los trabajos llevados a cabo en estos años se ha podido establecer un índice genético-económico, combinando los caracteres productivos económicamente más importantes, y cuyos valores tipificados permiten una clasificación de animales en categorías de más sencilla comprensión. Estos índices han empezado a emplearse en subastas públicas de animales de la raza.

Cuando se realiza una selección para aumentar el contenido en magro de la canal, se corre el riesgo de reducir el porcentaje de grasa intramuscular de las piezas magras. Esta infiltración grasa de los músculos es responsable de las características organolépticas de la carne y son de especial relevancia en el cerdo Ibérico, ya que han dado fama mundial a sus productos. Por ello, el análisis químico de los tejidos proporciona una valiosa información, con elevados niveles de aplicación, tanto científica como comercialmente, que hace necesario conocer la composición química de las piezas más valiosas de la canal.

Con estos antecedentes y para lograr un conocimiento preciso de las características de la carne y grasa del cerdo Ibérico, que permita hacer una adecuada selección de los mejores animales, dando rentabilidad a su producción, se acometió un proyecto de investigación (financiado con fondos FEDER) en el que participaban investigadores del Departamento de Mejora Genética y Biotecnología del INIA de Madrid, del Departamento de Producción Animal de la ETSIAM e investigadores del Departamento de Tecnología de los Alimentos de la Universidad de Extremadura.

Con vistas a evitar posibles efectos negativos sobre la calidad de carne, a la hora de realizar una selección de individuos con mejores rendimientos magros es necesaria la inclusión, en los esquemas de selección, la infiltración grasa de sus músculos para evitar la reducción de

la misma, que traería una pérdida de calidad de la materia prima para elaborar los productos derivados del cerdo Ibérico. Para ello es preciso disponer de información del mayor número posible de reproductores y además que esa información esté disponible lo antes posible, de modo que se pueda obtener descendencia de los mejores individuos, antes de que sean sacrificados. La obtención de datos de crecimiento, o rendimiento en piezas son relativamente fáciles y rápidas de obtener; no ocurre lo mismo con los parámetros analíticos, como composición en ácidos grasos o contenido en grasa del músculo. En este sentido los estudios que se vienen desarrollando en el Departamento de Producción Animal de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes (ETSIAM) de la Universidad de Córdoba con la tecnología de análisis espectral en el infrarrojo cercano (NIRS) han mostrado que dicha técnica puede ser aplicada para la determinación de parámetros de carne (humedad, proteína y grasa) y grasa (% de los ésteres metílicos de los ácidos grasos mayoritarios). (DE PEDRO et al., 1992; GARCIA-OLMO et al., 1998; GARCÍA-OLMO et al., 2000; GARRIDO et al., 2000; SOLIS et al., 2001). El presente trabajo presenta los resultados obtenidos en esta línea de Investigación.

2.- MATERIAL Y MÉTODOS

2.1.- ANIMALES EXPERIMENTALES

Los datos y muestras necesarias para la realización de estos trabajos fueron obtenidas de los cerdos pertenecientes al Esquema de Valoración Genética de la Raza Porcina Ibérica de AECERIBER, durante las campañas 1998/1999, 1999/2000 y 2000/2001. Para poder comparar las diferentes razas en las mismas condiciones de engorde en cada finca había animales de diversos tipos genéticos, aunque no era posible que estuviesen en la misma proporción todos ellos. Las diferencias en crecimiento entre ellos motivó además que, en el momento del sacrificio, en los lotes no estuviesen en la misma proporción todos los tipos genéticos.

El número de animales controlados en cada campaña, así como el régimen alimenticio que tuvo cada uno de los lotes experimentales se recoge en las **Tablas 1, 2 y 3**, respectivamente. Tal como se aprecia en ellas las montaneras fue-

**Tabla 1.- DATOS DE CAMPO. CAMPAÑA 1998/1999**

Lote	Nº de animales	Días en Campo	Régimen de alimentación	Calificación (según campo)
199901	86	52	Sólo bellota (Finca 1)	B
199902	90	72	2 Kg pienso + Bellota (6 días); bellota (17 días); 2 Kg pienso + bellota (34 días) y pienso ad libitum (19 días) (Finca 2)	R
199903	75	83	Sólo bellota (Finca 1)	B
199904	80	92	2 Kg pienso + Bellota (6 días); bellota (17 días) 2 Kg pienso + bellota (34 días) y pienso ad libitum (35 días) (Finca 2)	R
199905	86	104	Sólo bellota (Finca 1)	B
199906	81	112	2 Kg pienso + Bellota (6 días); bellota (17 días); 2 Kg pienso + bellota (34 días) y pienso ad libitum (55 días) (Finca 2)	R

Tabla 2: DATOS DE CAMPO. CAMPAÑA 1999/2000 (*)

Lote	Nº animales	Días en Campo	Régimen de alimentación	Calificación (según campo)
200001	40	80	Sólo bellota (Finca 31 (apartados))	B
200002	125	85	Comieron mala durante lada la montanera. 1.5 a 2,0 Kg/cab/día (Finca 4)	R
200003	50	111	Bellota + pienso 1,5 Kg/día 127 días; pienso 1,5 Kg/d (8 días); pienso 2 Kg/d (17 días); pienso 3 Kg/d (20 días); pienso 4 - 5 Kg/d (39 días) (Finca 5)	R-P
200004	97	117	Bellota + pienso 1,5 Kg/día (27 días); pienso 1,5 Kg/d (8 días); pienso 2 Kgl/d (17 días); pienso 3 Kgl/día (20 días); pienso 4 -- 5 Kg/d (45 días) (Finca 5)	R-P
200005	37	117	Bellota + pienso 1 Kg/día; (17 días); pienso 1 Kg/d (25 días); pienso 1,5 Kg/d (21 días); pienso 4 Kgl/d (17 días); pienso 4 - 5 Kg/d (37 días) (Finca 3)	R-P **
200006	87	122	Baldía • pienso 1 Kg/día (17 días); pienso 1 Kg/d (25 días); pienso 1,5 Kg/d (21 días); piens0 4 Kgl/d (17 días); pienso 4 - 5 Kg/d (37 días) (Finca 3)	R-P **
200007	120	119	1.5- 2 Kg/día de maíz durante toda la montanera (Finca 4)	R-P

Campaña muy escasa de bellota; ** Estos dos lotes sello se diferenciaron en a la fecha de matanza

Tabla 3.- DATOS DE CAMPO. CAMPAÑA 2000/2001 (1)

Lote	Nº de animales	Días en Campo	Régimen de alimentación	Calificación (según campo)
200101	75	82	Sólo bellota (Finca 6)	B
200102	75	83	Sólo bellota (Finca 7)	B
200103	50	88	Sólo bellota (Finca 8)	B
200104	100	98	Sólo bellota (Finca 6)	B
200105	75	121	Bellota (97 días); pienso 2-2,5 hasta 4kg/d +hierba (24 días) (Finca 7)	R
200106	77	131	Bellota (97 días); preno 2-2,5 hasta 4kg/d *hierba (30 días) (Finca 6)	R
200106	34	131	Iniciaron la montanera en Finca 8, se trasladaron el 25 de enero a Finca 6. Bellota (97 días); pienso 2-2,5 hasta 4kg/d +hierba (30 días)	R
200107	120	195	Bellota (97 días); pienso 2-2.5 hasta 4kg/d pienso (98 días) (Finca 6)	P

(1) Montanera muy lluviosa hasta mitad de diciembre; (2) Comenzaron en distintas fincas la montanera



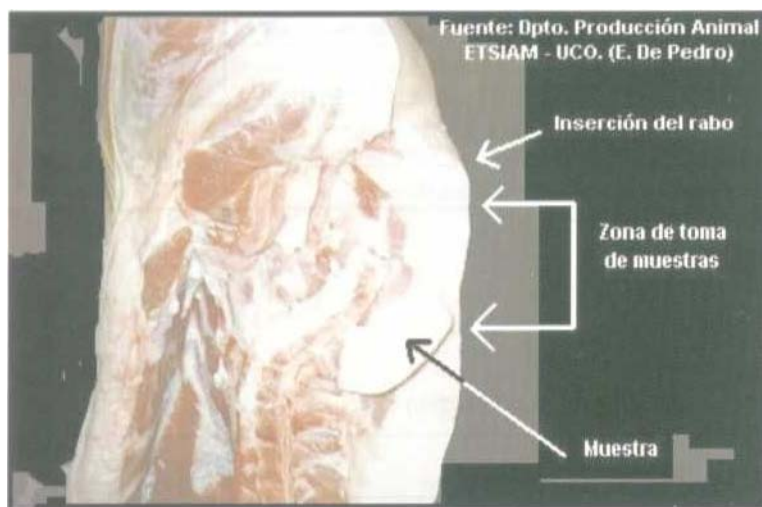
ron distintas cada campaña, no sólo por la finca en la que se realizó, sino también por la producción de bellota y complemento de pienso que tuvieron durante su acabado. Durante el crecimiento y engorde se registraron los pesos de entrada y salida en cada etapa, para conocer los crecimientos medios diarios. Una vez sacrificados se registraron los pesos de la canal y de las piezas de más valor (jamones, paletas y lomos) una vez perfilados y preparados para su curación.

2.2.- MUESTRAS PARA DETERMINACIONES ANALÍTICAS EN GRASA Y MÚSCULO

En la toma de muestras es importante no deteriorar la canal o las piezas de las que se tomen (o el deterioro sea el menor posible), que sean de fácil obtención y perfectamente identificables, de forma que, una vez separadas de la canal se pueda comprobar que la muestra ha sido correctamente tomada.

Figura 1

Muestra de grasa subcutánea tomada de la zona coxal para las determinaciones analíticas.



Muestras de Grasa

La muestra de grasa subcutánea, para la determinación del contenido en ácidos grasos, se tomó de cada individuo en la zona de la rabadilla (**Figura 1**), incluyendo la piel y parte de músculo, para tener así la seguridad de que se tomaba toda la capa de grasa subcutánea.

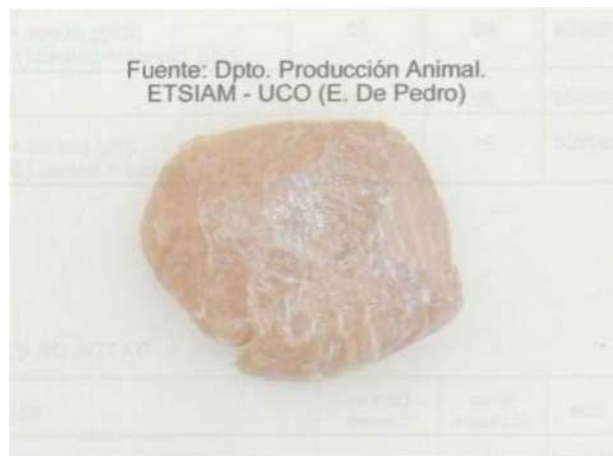
A) Músculo

El contenido en grasa varía de unos músculos a otros, siendo importante tomar siempre la

muestra del mismo músculo. En este sentido, aunque existan diferencias (p.0,05) en composición entre el centro y los extremos del músculo *Longissimus dorsi*, (CARPENTER et al., 1961)

Figura 2

Muestra del extremo craneal del lomo de cerdo Ibérico para determinaciones analíticas



el hecho de que forme parte del grupo de los cortes comerciales más caros del mercado justifica el uso de este corte comercial en la investigación cárnica. Además es fácil de tomar una muestra de uno de sus extremos y no es importante el deterioro que se hace en la misma. Así, una vez separado la cinta de lomo de la canal, perfilada eliminando los restos de grasa subcutánea y pesada, se tomó una muestra (Fig. 2) de unos 100 g, efectuando un corte perpendicular a unos 8 cm del extremo craneal de la cinta de lomo para la determinación de la humedad, proteína y grasa.

2.3.- DETERMINACIONES ANALÍTICAS EN GRASA SUBCUTÁNEA

Sobre las muestras de grasa subcutánea tomadas de la canal se obtuvieron los espectros en el infrarrojo cercano, siguiendo las recomendaciones dadas por GARCÍA-OLMO et al., (1998), mediante la modalidad de interactancia-reflectancia en un monocromador Foss NIRSystems 6500 SY II (con detector de autogancia) equipado con sonda de fibra óptica. En la figura 3 se muestra el equipo utilizado con la sonda de fibra óptica, para la obten-

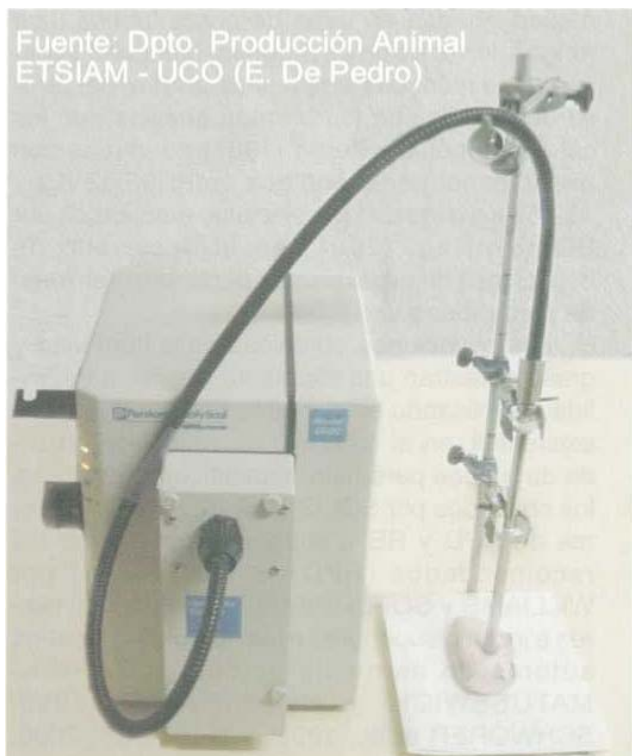


Figura 3

Obtención de espectros NIR en muestra de grasa subcutánea de cerdo ibérico mediante un instrumento equipado con sonda de fibra óptica.

ción de los espectros de cada muestra. A partir de la información espectral NIR y la composición en ácidos grasos de 236 muestras, se desarrollaron las ecuaciones de predicción de ácidos grasos. La obtención de las ecuaciones de calibración se hizo por regresión multivariante de mínimos cuadrados parciales modificada (MPLS). Los estadísticos utilizados para la selección de las mejores ecuaciones de calibración fueron: el error típico residual para el colectivo de

calibración (ETC) y para el de validación cruzada (ETVC), el coeficiente de determinación para el proceso de calibración (R^2) o validación cruzada (r^2), el RPD (DTIETVC) y el REIR (RangolETVC)

2.3.- DETERMINACIONES ANALÍTICAS EN MÚSCULO

La muestra de 100 gramos, del extremo craneal del lomo (Fig. 2), se trituró con una picadora de cuchillas horizontales, hasta conseguir una masa homogénea. La recogida de espectros de las muestras se realizó con cápsulas circulares con cristal de cuarzo de 3,8 cm de diámetro, en un equipo Foss NIRSystems 6500 5Y 1, dotado de un módulo de giro. A partir de la información espectral NIR y la composición en humedad, proteína y grasa (determinadas por métodos oficiales) de 90 muestras se desarrollaron las ecuaciones de predicción de estos parámetros. Para la obtención de las mejores ecuaciones de estimación se siguió la misma metodología que en el caso de ácidos grasos, señalada anteriormente.

3.- RESULTADOS

3.1.- ECUACIONES DE PREDICCIÓN DE ÁCIDOS GRASOS

En la **tabla 4** se recogen los valores de los parámetros estadísticos de las ecuaciones de predicción para los ácidos grasos mayoritarios de la grasa subcutánea estimada por NIR mediante sonda. Los rangos de variación de todos los ácidos grasos comprenden los valores habitualmente obtenidos para dichos ácidos grasos en partidas de cerdos Ibéricos. Las ecuaciones

Tabla 4

Valores de los parámetros estadísticos de las ecuaciones de predicción para estimación de ácidos grasos, obtenidas en tocino de cerdo Ibérico

Constituyente(%)	Media	Rango	DT	ETC	R^2	ETVC	r^2	RPD	RER
C16:0	21,6	16,5 - 28,7	1,71	0,54	0,90	0,65	0,85	2,6	15,7
C18:0	10,7	6,9 - 14,4	1,23	0,36	0,91	0,42	0,88	2,9	17,8
C18:1	51,4	43,8 - 58,9	2,52	0,72	0,92	0,87	0,88	2,9	17,4
C18:2	9,8	6,2 - 13,4	1,19	0,34	0,92	0,44	0,86	2,7	16,4



obtenidas muestran una gran precisión, explicando entre el 85 y 88 % de las variaciones existentes, en el colectivo de validación cruzada de los 4 ácidos grasos. Estos valores son algo inferiores a los obtenidos por GARCÍA-OLMO et al. (1999), si bien, para el desarrollo de la ecuación, dichos autores utilizaron los valores de ácidos grasos predichos por NIR en grasa líquida en lugar de los determinados por cromatografía gaseosa.

Aparte de los valores de r^2 , que nos indican la precisión de una ecuación, en la evaluación de las ecuaciones que se desarrollan mediante la tecnología NIRS se tienen en cuenta los valores de los estadísticos RER y RPD. Los límites recomendados por Williams y Sobering (1996) para dichos estadísticos son de 10 y 3 respectivamente y como podemos ver, en nuestro caso, es superado ampliamente el valor recomendado del RER y se aproxima mucho en el de RPD. La causa de no sobrepasar el límite aconsejado de 3 podría deberse a la heterogeneidad de la muestra empleada en este caso (grasa subcutánea), comparado con otros tipos de muestras para las que se han desarrollado ecuaciones NIRS mucho más homogéneas (piensos, harinas, grasa líquida). En este sentido se deberá prestar especial atención a la obtención de los espectros sobre la muestra, para tratar de reducir el valor de ETVC.

3.2.- ECUACIONES DE PREDICCIÓN DE COMPOSICIÓN DEL LOMO

En la tabla 5 se recogen los valores de los parámetros estadísticos de las ecuaciones de predicción para los constituyentes proteína, hu-

medad y grasa en lomo de cerdo Ibérico. Los rangos de variación de proteína, humedad y grasa de las muestras empleadas para el desarrollo de la ecuación fueron más amplios que los obtenidos por De Pedro (1987) en cerdos con pesos canal comprendidos entre 95,02 Kg y 152,67 Kg o los de los colectivos empleados por SOLIS et al., (2001) en el desarrollo de ecuaciones de esos mismos parámetros en lomo de cerdo Ibérico.

Las ecuaciones obtenidas para humedad y grasa muestran una excelente precisión y fiabilidad, explicando el 98 y 99 % de las variaciones existentes, en el colectivo de validación cruzada de ambos parámetros analíticos, similares a los obtenidos por SOLIS et al., (2001). Los valores de RPD y RER, superan ampliamente los recomendados ($RPD > 3$ y $RER > 10$) por WILLIAMS y SOBERING (1996), siendo similares e incluso superiores a los obtenidos por otros autores en carne de porcino (CZARNIK-MATUSEWICH y KORNIEWICZ, 1998; SCHWÓRER et al., 1999; JOSEMARIA, 2000, SOLIS et al., 2001).

En el caso de la proteína, el porcentaje de variación explicado fue inferior al de los otros parámetros, aunque mejoró al obtenido por SOLIS et al. (2001) (87 % vs 71 %), obteniendo un elevado valor de RER y estando próximo al límite el de RPD (2,7). En general, en los trabajos NIRS relativos a carne y productos cárnicos, se observa una menor capacidad predictiva de las ecuaciones de proteína frente a las de grasa y humedad. SOLIS et al., (2001) consideran que ello podría ser debido, en parte, a los mayores errores del método de referencia de proteína

Tabla 5
Estadísticos de calibración de las ecuaciones obtenidas en puntas de lomo fresco de cerdo Ibérico

Constituyente (% pp)	Media	Rango	DT	ETC	R2	ETVC	r2	RPD	RER
Proteína	20,63	17,00 - 24,00	1,33	0,38	0,92	0,49	0,87	2,7	14,3
Humedad	69,82	63,00 - 73,10	2,70	0,33	0,99	0,43	0,98	6,3	23,5
Grasa	8,71	4,20 - 17,00	3,18	0,11	0,99	0,38	0,99	7,9	33,7



frente a los de humedad y grasa. En nuestro caso, al tener un rango de variación de proteína y desviación típica mayor que el de los autores citados anteriormente, se obtuvieron mejores valores de los estadísticos RER y RPD (15,7 vs 7,4 y 2,6 vs 1,8).

Dada la idoneidad de las ecuaciones NIRS para la determinación de parámetros químicos de composición grasa subcutánea y de lomo en cerdos Ibéricos, especialmente de grasa, se procedió a aplicar dichas ecuaciones a todos los animales experimentales, analizando a continuación los resultados obtenidos.

3.3.- CONTENIDO EN ÁCIDOS GRASOS DE LA GRASA SUBCUTÁNEA

Las condiciones de las montaneras durante las tres campañas fueron diferentes. Así la montanera de la campaña 1998/1999 fue irregular; en algunas fincas hubo abundante bellota (donde se engordaron los lotes 199901, 199903 y 199905) y en otras zonas fue escasa la producción de bellota (donde se engordaron los lotes 199902, 199904 y 199906), debiendo aportar pienso durante la misma para un engorde adecuado de los animales. Por el contrario en la campaña 1999/2000 apenas hubo bellota y el engorde de los animales fue básicamente con pienso. En la siguiente campaña (2000/2001) hubo una producción importante de bellota, pero las abundantes y continuas lluvias en los meses últimos del año 2000 impidieron un aprovechamiento adecuado de la montanera por los animales. La mejora de las condiciones climatológicas al comenzar el año 2001 permitió que los animales pudiesen hacer un mejor aprovechamiento de la bellota, aunque la calidad de la misma no fuese óptima.

Estas diferencias en la producción y aprovechamiento de la bellota se reflejan en la composición de la grasa de los animales. En la **tabla 6** se muestra la composición media de la grasa subcutánea de cada lote, obtenida por NIR sobre la muestra de cada individuo. Estos resultados permiten contrastar el efecto de diversos aspectos de la alimentación en el período de ceba sobre el perfil de ácidos grasos.

3.3.1.- Efecto de la duración de la montanera

En la **Tabla 6** vemos cómo, en los lotes 199901, 199903 y 199905 cuyo periodo de engorde duró 52, 83 y 104 días sin consumo de pienso, el porcentaje de ácido oleico aumentó de 52,4% a 55,2%, mientras que el de ácido palmítico y ácido esteárico descendieron (de 21,5% a 19,9% y de 10,4% a 8,7% respectivamente) permaneciendo prácticamente estable el de ácido linoleico.

Otros lotes singulares en esta campaña son el 200001 y 200007. En el primero de ellos, que estuvo consumiendo bellota durante 80 días,

Tabla 6.
Composición media (%) en ácidos grasos mayoritarios, estimados por NIRS, de la grasa subcutánea de cerdos Ibérico sacrificados en las campañas 1998/1999, 1999/2000 y 2000/2001

LOTE	ACIDO GRASO			
	Acido palmítico (C 16:0)	Acido esteárico (C 18:0)	Ácido oleico (C 18:1)	Ácido linoleico (C 18:2)
199901	21,5	10,4	52,4	9,7
199902	22,4	10,3	51,0	10,0
199903	21,1	9,1	54,0	9,7
199904	22,0	10,4	51,7	10,4
199905	19,9	8,7	55,2	10,3
199906	22,1	10,2	51,4	10,3
200001	21,3	9,6	51,4	11,6
200002	22,0	11,2	50,2	11,2
200003	22,7	10,7	50,2	10,2
200004	22,8	10,2	50,5	10,6
200005	21,5	9,4	53,1	10,6
200006	22,1	10,0	51,7	10,6
200007	22,2	10,0	50,9	11,0
200101	22,2	8,8	52,3	10,2
200102	22,3	8,9	52,4	9,7
200103	21,6	10,2	52,2	11,8
200104	21,1	8,3	54,2	10,5
200105	21,7	8,7	53,2	9,6
200106	20,7	8,2	54,1	11,0
200107	20,5	9,6	54,7	9,2



vemos que el perfil medio de ácidos no llega al exigido para la categoría bellota, quedando en los niveles exigidos para la categoría recebo. El tiempo de aprovechamiento de la montanera es similar al que tuvo el lote 199903, pero dada la escasa producción de bellota que hubo, ésta no habría sido suficiente como para dar un perfil similar al del lote 199903. Luego, cuando la producción de bellota es adecuada, 80 días pueden ser suficientes para llegar a alcanzar la categoría bellota, mientras que si la montanera es escasa se deberá reducir el número de animales que aprovechan la bellota para llegar a alcanzar las máximas calidades en los animales.

Por último tenemos los lotes 200101 a 200107. Por los resultados de composición media de ácidos grasos obtenidos en los lotes 200101 a 200103, éstas no serían de la categoría bellota. Sin embargo, a pesar de que estos animales estuvieron consumiendo sólo bellota entre 82 y 88 días, tiempo similar al que tuvo el lote 199903, su perfil de ácidos grasos no llegó a aproximarse al de este lote. La causa de esto sería las condiciones climatológicas de la montanera de la campaña 2000/2001 que habrían afectado a la calidad y consumo de bellota por parte de los animales.

La importancia del tiempo aprovechando la montanera y las condiciones de la montanera se confirma cuando observamos los resultados del lote 200104, que corresponde a animales engordados en la misma finca que el lote 200101. El contenido medio en ácido oleico aumentó de 52,3% a 54,2% mientras que el de palmítico bajó de 22,2% a 21,1%. La diferencia entre ambas partidas radica en que el lote 200104 estuvo 16 días más aprovechando la bellota y que las condiciones climatológicas mejoraron un mes antes del sacrificio. No obstante, por el porcentaje de ácido linoleico (10,5%) este lote no entraría en la categoría bellota, lo cual no sería correcto.

Algo similar se observa en cuanto al lote 200105, el cual estaba constituido por animales engordados en la misma finca que el lote 200102. Así, mientras que éste último estuvo 83 días consumiendo sólo bellota, el lote 200105 lo hizo durante 97. El nivel de ácido oleico aumentó (de 52,4% a 53,2%), bajando el de ácido palmítico (de 22,3% a 21,1%). El nivel de ácido oleico inferior a 54% impediría calificar esta par-

tida en bellota, lo cual parece demasiado estricto, cuando el valor medio ha sido de 53,2%, habiendo sólo un 5% de animales que tuvieron valores de oleico inferiores al 52% y un 25% superó el valor del 54%.

Por tanto, parece que un tiempo corto consumiendo pienso después de aprovechar la bellota no afectaría de forma importante al perfil de ácidos grasos, tal como se ha observado en otras ocasiones (DE PEDRO, 2001).

3.3.2.- Efecto del suplemento de pienso

En los restantes lotes de la campaña de 1999 (199902, 199904 y 199906), en cuyas fincas la producción fue escasa de bellota y se debió aportar un complemento de pienso, no hubo variaciones importantes en su composición. Esta sería consecuencia del aporte de pienso realizado, no siendo suficiente la cantidad de bellota consumida como para afectar al perfil de ácidos grasos.

En la tabla se observa también cómo el perfil de ácidos grasos del lote 199901 no llega a alcanzar los niveles establecidos en el Contrato Tipo Homologado para la categoría de bellota, lo cual podría ser consecuencia de la escasa duración de la montanera (52 días). Su perfil de ácidos grasos se asemejaría más a los lotes que han consumido pienso durante el engorde, que a las de montanera larga (83 o 104 días). La cantidad de bellota consumida durante los 52 días de montanera, no habría sido suficiente para que predomine la grasa aportada por la bellota sobre la relativa al pienso consumido en la premontanera.

Respecto a los lotes engordados en la campaña 1999/2000 el perfil de ácidos grasos refleja el escaso, por no decir nulo, consumo de bellota de esa campaña. Sin embargo destacan unos lotes. Uno de ellos es el 200005, que habiendo realizado su acabado consumiendo pienso tuvo un perfil medio de ácidos grasos característico de la categoría recebo y próximo al de bellota. Este hecho pondría de relieve que el pienso que se aportó a dicho lote sería especial y, por tanto, el perfil de ácidos grasos no permitiría detectar este tipo de alimentación y clasificar erróneamente ese lote de recebo en lugar de pienso. Se impone, por tanto, la búsqueda de otras técnicas analíticas que permitan diferenciar los lotes que han consumido bellota de las



que no lo han hecho, como la determinación de isótopos estables (GONZÁLEZ MARTÍN et al., 1999) o el análisis espectral en el infrarrojo cercano (NIRS) (BENITO et al., 2001.; DE PEDRO et al., 2001).

Con respecto al otro lote 200007, que tuvo un complemento de maíz durante la montanera, tampoco fue suficiente el consumo de bellota para lograr alcanzar el perfil de bellota, ni siquiera el de recebo, a pesar de aportarle maíz de complemento, aunque este producto le pueda aportar una grasa de buena sensación al tacto.

Tiempos más largos consumiendo pienso provocaría, en condiciones normales, descensos del nivel de ácido oleico y aumento de los ácidos palmítico y esteárico. Esto sería lo que debería haber ocurrido en los lotes 200106 y 200107, pero los resultados fueron los contrarios: aumentó el porcentaje de ácido oleico y descendió el porcentaje de ácido palmítico, hasta niveles de categoría bellota. Esto estaría reflejando el consumo de piensos especiales, como ocurrió en el lote 200005, de modo que el lote 200107, que después de tres meses consumiendo sólo bellota y otros 3, previos al sacrificio, consumiendo sólo pienso, tuvo un perfil de ácidos grasos típico de bellota. Nuevamente se pone en evidencia la necesidad de búsqueda de otros métodos de reconocer y diferenciar los animales que consumen bellota de los que no lo hacen.

3.4.- COMPOSICIÓN DEL LOMO

En la tabla 7 se recoge la composición de las muestras de lomo de cerdos Ibéricos sacrificados durante las tres campañas. Así como en la composición de la grasa subcutánea sí se apreciaba una influencia de la alimentación, no ocurre aquí lo mismo. Por los resultados del primer año de la experiencia parecería que a medida que aumentan los días de estancia en montanera (lotes 199901, 199903 y 199905) y es mayor el consumo de bellota, aumentaría el porcentaje de grasa (de 9,26% a 11,51%),

%). Sin embargo, en los siguientes años no se observa que los animales que estén más tiempo consumiendo bellota vean incrementado su porcentaje de grasa intramuscular. Hay que tener en cuenta que las diferencias en crecimiento de los animales motivó además que, en el momento del sacrificio, en los lotes no estuviesen en la misma proporción todos los tipos genéticos.

Por otra parte, hay que tener también presente que el componente químico del músculo que muestra mayor variabilidad es la grasa (LAWRIE et al., 1963; DAVIES y PRYOR, 1977; BERG y BUTTERFIELD, 1979), por lo que la causa de las diferencias en composición química del lomo, entre los diferentes lotes, hay que achacarla más a las diferencias genéticas entre los animales. Estas diferencias serán estudiadas en un trabajo posterior con herramientas estadísticas adecuadas al análisis genético.

A modo de resumen de los resultados hasta aquí obtenidos se podría indicar que

a) la tecnología de análisis NIRS puede ser utilizada para estimar la composición en ácidos grasos de grasa subcutánea y de humedad, gra-

Tabla 7.
Composición media (%) estimada por NIRS, de grasa humedad y proteína de lomo de cerdos Ibéricos sacrificados en las campañas 199811999, 1 99 91200 0 y 200012001

LOTE	GRASA	HUMEDAD	PROTEÍNA
199901	9,26	70,32	19,72
199902	9,16	69,52	20,69
199903	11,20	68,61	19,56
199904	10,29	68,45	20,84
199905	11,51	67,86	19,86
199906	9,65	68,53	21,12
200001	8,12	69,15	21,66
200002	8,59	69,84	21,10
200003	8,99	69,91	20,52
200004	9,08	69,26	20,89
200005	9,32	68,85	21,03
200006	10,37	67,80	21,08
200007	9,57	69,02	20,84
200101	9,67	69,14	20,39
200102	10,44	69,48	19,66
200103	8,62	69,93	20,56
200104	10,73	68,19	20,21
200105	10,48	68,45	20,05
200106	9,41	68,22	21,16
200107	9,42	67,94	21,43



sa y proteína del lomo de cerdos Ibéricos, con buenos resultados,

b) la alimentación en la fase final de engorde de los cerdos tiene gran influencia en la composición en ácidos grasos de la grasa subcutánea.

c) niveles bajos en ácido oleico y altos en ácidos palmítico o esteárico, son indicadores de escasos consumos de bellota durante la montanera,

d) niveles altos en ácido oleico y bajos en ácido palmítico o esteárico no son indicadores de que haya habido un consumo importante de bellota, dado que se pueden alcanzar esos niveles con el consumo de ciertos piensos,

e) es necesaria la utilización de otros métodos de análisis, de forma simultánea o alternativa al de ácidos grasos, para determinar si los animales han consumido realmente bellota o piensos especiales.

f) el porcentaje de grasa del lomo parece estar más influida por el tipo genético que por el consumo de bellota o pienso.

4- BIBLIOGRAFÍA

BENITO R., GARCIA OLMO J., DE PEDRO E.J., y GARRIDO A., 2001. Ibérico: Evaluación de la alimentación por NIRS. Mundo Ganadero. Vol. 131: 30-34

CARPENTER Z.L., BRAY R.W., BRISKEY E.J., TRAEDE D.H., 1961. Intramuscular fat distribution in the longissimus dorsi of paired pork loins. J. Anim. Sci., 20, 603-605.

CZARNIK-MATUSEWICZ H.W. y KORNIOWICZ A. 1998. The use of the InfraAlyzer 260 Whole Grain for water and fat determination in pork meat. Journal of Near Infrared Spectroscopy, 6: A83-A86.

DE PEDRO E.J., GARRIDO A., BARES I., CASILLAS M., and MURRAY I., 1992. Application of near infrared spectroscopy for quality control of Iberian pork industry. In "Near infra-red spectroscopy Bridging the Gap between Data Analysis and NIR Applications". pp 345-348. Edtrs. HILDRUM, K.I., ISAKSSON, T., NAES, T. AND TANDBERG, A.. Edila: Ellis Horwood. New York.

DE PEDRO E...2001. Calidad de las canales y de los productos del cerdo Ibérico: Técnicas de control y criterios de calidad. pp 599-637. En Porcino Ibérica: Aspectos claves. C. Buxadé y A. Daza (Coordinadores) Ed. Mundi-Prensa Madrid.

DE PEDRO E., NUÑEZ A., GARRIDO A., GARCÍA-OLMO J., SILIÓ L. RODRIGUEZ M.C. Y RODRIGÁÑEZ J., 2001. Qualitative analysis of NIRS spectral data to identify Iberian pig feeding types. 6th International Symposium "Food Authenticity and Safety". Noviembre 28, 29 y 30. Nantes. Francia.

GARCIA-OLMO J., GARRIDO-VARO A. y DE PEDRO E., 2000. Advantages and disadvantages of multiple linear

regression and partial least squares regression equations for the prediction in fatty acids. In "Near Spectroscopy: Proceedings of the 91h International Conference". pp 253-258. Edtrs. A.M. C. Davies and R. Giangiaco. Publish. NIR Publications, 6 Charlton Mill Charlton, Chichester, West Sussex UK ISBN 0 952866617

GARCIA OLMO J., DE PEDRO E. y GARRIDO A., 1998. Methodological aspects on NIRS analysis of Iberian pig fat using interactance-reflectance fiber optic mode. Journal of Near Infrared Spectroscopy, 6: 307-312

GARCIA OLMO J., DE PEDRO E. y GARRIDO A., 1999. Análisis de ácidos grasos en grasa fundida y tejido adiposo de cerdo Ibérico mediante espectroscopia en el infrarrojo cercano (NIRS) ITEA, 20 (1): 167-169.

GARRIDO A., GARCIA OLMO J. y DE PEDRO E.J., 2000. Espectroscopia de infrarrojo Cercano (NIRS). Una metodología para implementar en sistemas de aseguramiento de la calidad y trazabilidad de productos derivados del cerdo ibérico. Solo CERDO IBERICO. Vol. 4: 93-102

GONZÁLEZ-MARTÍN I., GONZÁLEZ-PÉREZ C., FERNÁNDEZ-MÉNDEZ J., MARQUÉS-MAGIAS E. y SANZ-POVEDA F., 1999. Use of isotope analysis to characterize meat from Iberian-breed swine. Meat Science, 52: 437-441.

JOSE MARÍA A., SÁNCHEZ C.I. y GARCIA M.D., 2000. Validación de la técnica NIT para la determinación de humedad y grasa en lomo fresco de cerdo Ibérico. Jornadas sobre técnicas rápidas de análisis de alimentos organizadas por la empresa Foss Electric. Barcelona.

ODRIOZOLA M., ZUZUARREGUI J., SIERRA M., 1969, Estabulación de cerdos Ibéricos. Inst. Nac. de Colonización. Madrid.

SILIÓ L., RODRIGUEZ C., RODRIGÁÑEZ J. y TORO M.A.. 2001. La selección de cerdos ibéricos. pp 125 - 149. En Porcino Ibérico: Aspectos claves. C. Buxadé y A. Daza (Coord.) Ed. Mundi-Prensa. Madrid.

SOLIS M., DE PEDRO E., GARRIDO A. Y GARCÍA-OLMO J., 2001. Evaluación de la composición del lomo de cerdo Ibérico mediante la tecnología NIRS. ITEA 22 (2):613-615.

SCHWORER D., HOFER A., LORENZ D. y REBSAMEN A., 1999. Selection Progress of intramuscular fat in Swiss Pig Production. 50th Annual Meeting of the European Association of Animal Production, Zurich, Switzerland.

WILLIAMS P.C. y SOBERING D., 1996. How do we do it: a brief summary of the methods we use in developing of near infrared calibration. En Near Infrared Spectroscopy: The Future Waves. Davies A.M.C. y Williams P.C. (Eds). NIR Publications. Chichester. U.K. 185-188 pp.

AGRADECIMIENTOS: Este trabajo se enmarca en el proyecto "Optimización de la evaluación genética de cerdos Ibéricos con inclusión de parámetros de calidad en la materia prima y en los productos" (1 FD1997-1252-CO-02) financiado con fondos FEDER, agradeciendo la colaboración prestada por los técnicos de AECER1BEA y "Señorío de Montanera" en la recolección de la información de campo y recogida de muestras en la línea de sacrificio, así como a la Unidad NIRINIT del Servicio Central de Apoyo a la Investigación de la Universidad de Córdoba.