



*La influencia del régimen alimenticio sobre la composición y características de la grasa es notoria en el cerdo Ibérico. El mayor contenido en grasa y tipo de ésta de los animales que se ceban exclusivamente en montanera proporciona unas características organolépticas peculiares.*

Figura 1. Cerdas Ibéricas nulíparas para reposición de reproductoras. Villanueva del Duque (Córdoba).

Técnicas y parámetros

# Evaluación objetiva del régimen alimenticio de cerdos Ibéricos



Emiliano De Pedro, Nieves Nuñez, Ana Garrido y Juan García Olmo.

Departamento de Producción Animal - E.T.S.I.A.M. -

Universidad de Córdoba.

Imágenes cedidas por los autores

## Alimentación y calidad de carne

Una alimentación adecuada a las necesidades de los animales proporciona una buena calidad de las canales. Esta buena calidad se puede valorar desde un punto de vista cuantitativo o cualitativo. Aspectos cuantitativos son, por ejemplo, peso o porcentaje de piezas o magro de la canal, mientras que los aspectos cualitativos se refieren a sabor, aroma, terneza o jugosidad de la carne.

*El efecto de la alimentación en la calidad de la carne de porcino, por tratarse de animales monogástricos, tiene su mayor relevancia en los depósitos grasos del animal.*

El efecto de la alimentación en la calidad de la carne de porcino, por tratarse de animales monogástricos, tiene su mayor relevancia en los depósitos grasos del animal, ya que, además de utilizarse como fuente de energía, los lípidos de los alimentos son también incorporados a los depósitos grasos sin sufrir prácticamente modificaciones.

Diversos trabajos (López Bote y col., 2001; De Pedro, 2001) señalan que la dieta ejerce una gran influencia en los ácidos grasos corporales del cerdo. En ellos se muestran las modificaciones que tienen lugar en el contenido en ácidos grasos de los depósitos al someter a los animales a diferentes alimentaciones durante su etapa de engorde.

Esta influencia del régimen alimenticio sobre la composición y características de la grasa es notoria en el caso del cerdo Ibérico. El mayor contenido en grasa y tipo de grasa de los animales que se ceban exclusivamente en montanera proporciona unas características organolépticas peculiares a sus productos. Ello da lugar a una mayor demanda y cotizaciones más elevadas de ese tipo de animales que de aquéllos con menor consumo de bellota. Esto motiva el establecimiento de tres clases de animales (a los que van asociadas las de sus productos): Bellota, Recebo y Cebo (o Pienso).

La demanda de productos de mayor calidad (bellota) y el precio que alcanzan trae consigo la búsqueda y utilización de materias primas que aporten características similares a las que tienen los cerdos de la clase Bellota, sin haber consumido los frutos de encinas, alcornoques y otras quecíneas.

## Técnicas y parámetros

Para la determinación del régimen alimenticio de cerdos Ibéricos en su fase final de engorde, se utilizan las siguientes técnicas y parámetros.

### Control de campo

En la nueva Norma de Calidad de jamón, paleta y lomo de cerdo Ibérico elaborados en España (BOE, 2001) se establecen unas condiciones de engorde de los animales, pero requieren unos controles en campo que en muchas ocasiones no son factibles de realizar. Por ello, no es suficiente el control de campo y son precisos otro tipo de controles

## Parámetros sensoriales

### Sensación al tacto

Según el contenido en ácidos grasos que tengan las grasas, éstas son más o menos blandas. Cuanto más insaturadas sean (altos contenidos en oleico y/o linoleico principalmente) más blandas son y su sensación al tacto es más suave. Por el contrario, cuando el grado de insaturación desciende (aumenta el porcentaje de ácidos palmítico y esteárico) las grasas son más firmes y dan una sensación de dureza al tacto.

Este criterio de la sensación de la grasa al tacto es enormemente subjetivo. Depende, por una parte, de la experiencia de la persona que lo aprecia y, por otra, del ambiente en el que se encuentra el producto. El error que se comete al evaluar la calidad es elevado, ya que la suavidad de la grasa no necesariamente es debida al consumo de bellota, pues el empleo de ciertas materias primas ricas en ácido linoleico (maíz, soja, etc.), proporciona una sensación suave al tacto, similar a la de los animales del tipo bellota.

## Parámetros analíticos

### Temperatura de deslizamiento

La sensación al tacto está relacionada con la composición de la grasa y depende del estado (sólido/líquido) de los ácidos grasos en el momento de su determinación. Este estado va a depender del ambiente en el que se encuentre, pero su temperatura de fusión va a tener un valor fijo e independiente del mismo.

La temperatura de fusión de la grasa depende de la composición que tenga en ácidos grasos. Esta composición es diferente según haya o no consumido bellota, por lo que durante un tiempo se consideró la temperatura de fusión de la grasa subcutánea como un posible parámetro objetivo para reconocer la alimentación recibida por los cerdos.

También con la adición de las materias primas citadas anteriormente, la temperatura de deslizamiento de grasas de animales alimentados con pienso pueden ser iguales o inferiores a las que dan los animales ter-

Tabla 1. Valores medios de las 5 primeras componentes principales de cada lote empleado en el modelo y la distancia euclídea entre los centroides de los lotes.

Valores de las componentes principales					Lote	Distancias euclídeas entre lotes (D)					
CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	Lote	LC1	LC2	LC3	LC4	LC5	LC6
-0,0669	-0,1462	0,0660	-0,0046	-0,1841	LC1	0					
-0,3976	-0,7398	0,0659	0,3822	0,0349	LC2	0,81	0				
0,2565	-0,7578	0,0920	-0,9429	-0,4441	LC3	1,19	1,55	0			
-0,5146	-0,9687	-0,3991	0,5933	-0,2088	LC4	1,20	0,62	1,82	0		
-1,0977	0,9440	0,5368	-1,3170	-0,1968	LC5	2,05	2,55	2,26	2,92	0	
-0,6762	-0,0580	-0,0378	0,4499	0,2429	LC6	0,88	0,78	1,95	1,10	2,20	0

minados en montanera, encontrándonos en la misma situación que con el criterio de la sensación al tacto. Todo ello hace que este parámetro se haya dejado de utilizar para la estimación del régimen alimenticio de los animales.

#### Ácidos grasos

El empleo de ciertas materias primas en la alimentación final de los cerdos da lugar a características, como sensación al tacto o temperatura de deslizamiento, similares a las que proporciona la bellota, pero no tiene necesariamente que ser debida a un perfil idéntico de ácidos grasos. Este aporte de piensos, durante o al final de montanera, es responsable de un perfil de ácidos grasos que va a variar con la duración de la montanera, la cantidad y tipo de pienso consumido, o la raza (De Pedro, 2001).

Sin embargo, se están desarrollando piensos para conseguir un perfil de grasa similar al que da la bellota. Así se obtendrán partidas con perfiles de los 4 ácidos grasos principales (C16:0, C18:0, C18:1 y C18:2) similares a los que se obtienen en montanera.

*La tecnología NIRS resulta eficaz en el reconocimiento y diferenciación de características de animales con diferentes regímenes de alimentación.*

La simulación de parámetros de animales de tipo bellota con piensos aportados a los cerdos que no han estado aprovechando la montanera, obliga a continuar la búsqueda de otros parámetros característicos, que aportan el pasto y la bellota, y que no lo puede aportar otro tipo de alimentos. Algunos de estos parámetros podrían ser ciertos triglicéridos (Díaz y col., 1996), fosfolípidos de la grasa intramuscular (Cava y Andrés, 2001), vitaminas (López Bote, 1998), fracciones insaponificables (Ventanas y col., 1999), o isótopos estables ( $\delta^{13}C$ ) (González-Martín y col., 1999) que permiten diferenciar los animales que se han engordado en montanera de los que no lo han hecho.

En cualquiera de los casos, el reconocimiento y diferenciación de los animales que han realizado su engorde en montanera de los que no lo han hecho, están basándose en unos parámetros concretos y determinados. Para la determinación de estos parámetros suelen ser necesarios equipos y tecnologías costosas que determinan un solo parámetro y sus condiciones de trabajo no permiten su aplicación 'un line'. Además, una vez establecido el parámetro característico, siempre habrá la posibilidad de añadir al pienso el producto que lo genera y conseguir niveles similares a los que proporciona la alimentación natural.

#### Características espectrales en el infrarrojo cercano (NIRS)

La tecnología NIRS o espectroscopia en el infrarrojo cercano es una tecnología desarrollada en las últimas décadas. Su rapidez en el análisis, bajo coste por muestra, sencillez de manejo, precisión similar a la del método de referencia, nula o escasa preparación de la muestra para su análisis, respetuosa con el medio ambiente, etc., hacen que se esté implantando cada día más en las industrias agroalimentarias para el control de calidad de materias primas y productos. Consiste esencialmente en la emisión de un haz de luz monocromática sobre la muestra, la cual, en función de su composición y de la naturaleza de los enlaces presentes en sus moléculas, realizará una absorción selectiva de energía y reflejará otra determinada cantidad. Esta canti-



Figura 2. Obtención de espectros NIRS mediante sonda en tocino fresco de cerdo Ibérico.

dad reflejada es cuantificada por unos detectores presentes en el instrumento NIRS (Benito y col., 2001).

Trabajos desarrollados en el Departamento de Producción Animal de la Universidad de Córdoba han puesto de manifiesto la viabilidad de esta técnica no sólo para predecir la composición en ácidos grasos de la grasa de cerdo Ibérico, sino además para clasificar las canales. Esta clasificación puede hacerse a partir de la información espectral NIRS de la grasa (Herás y col., 1994; De Pedro y col., 1995; Benito y col., 2001), de magro de jamón fresco (Martínez, 1996) o de lomo fresco (Galán, 2001). Pero en estos estudios, el número de muestras empleado fue bajo y además pocos los tipos de alimentación contemplados (bellota, recebo y cebo), cuando en la práctica normalmente se dan montaneras de distinta duración, recibos con dis-

tintas cantidades (le pienso consumido durante o después de la montanera o incluso diferentes tipos de pienso).

Para confirmar la validez de la tecnología en condiciones más próximas a la realidad, se ha llevado a cabo un estudio de aplicación de esta tecnología 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 elaborados" (1) desarrollado entre los años 1999 y 2001. El primer año se dispuso de 6 lotes cie animales. 3 de ellos engordados exclusivamente en montanera (LC 1, LC 3 y LC 5, cuya montanera duró 52, 83 y 104 días respectivamente). Los otros 3 estuvieron 17 días exclusivamente con bellota, 34 días recibiendo un complemento de 2 Kg de pienso y, finalmente, sólo pienso (17 días el lote LC 2, 35 días el lote LC 4 y 55 días el lote LC 5). En

## PIENSOS Y NUCLEOS PRESTARTER

Visítenos en FIMA Ganadera, pabellón 6, calle E-F, stand 21-22



**COMPLEMENTOS**  
DE PIENSOS COMPUESTOS S.A.  
ENERIZ (NAVARRA)

Tfno: 948 35 01 03  
Fax: 948 35 01 93

Formulación: [nutricion@cpc-eneriz.com](mailto:nutricion@cpc-eneriz.com)  
 Avicultura: [avicultura@cpc-eneriz.com](mailto:avicultura@cpc-eneriz.com)  
 Porcino: [porcino@cpc-eneriz.com](mailto:porcino@cpc-eneriz.com)  
 Rumiantes: [rumiante@cpc-eneriz.com](mailto:rumiante@cpc-eneriz.com)  
 Oficinas: [admon@cpc-eneriz.com](mailto:admon@cpc-eneriz.com)  
 Comercial: [comercial@cpc-eneriz.com](mailto:comercial@cpc-eneriz.com)

**Tabla 2. Distancias euclídeas de los centroides de los lotes experimentales del segundo año y los empleados para el desarrollo del modelo multivariante.**

Lote	Distancias euclídeas entre lotes (D)					
	LC1	LC2	LC3	LC4	LC5	LC6
LV2	1,10	1,63	2,02	1,81	2,23	1,22
LV3	0,65	0,82	1,63	1,30	2,46	0,88
LV4	0,63	1,14	1,60	1,56	2,35	1,12
LV5	2,09	2,65	2,44	2,95	3,21	2,57
LV6	0,74	1,38	1,69	1,74	2,20	1,17
LV7	0,31	0,90	1,26	1,33	2,07	0,89

el segundo año, por la escasa producción de bellota, los lotes experimentales (LV 1 a LV 7) apenas consumieron bellota realizando su engorde a base de pienso desde el 16 de noviembre hasta su sacrificio.

Se tomaron muestras de grasa subcutánea de la zona coxal de todos los animales (unos 500 animales cada año). Los espectros de cada muestra se obtuvieron en un equipo FOSS NIRSystems 6500 SY II equipado con una sonda de fibra óptica. El tratamiento matemático se realizó con el software WINISI II ver 1.04. Se realizó un análisis cualitativo multivariante mediante el software SAS utilizando como variables originales los datos de absorbancia derivados. Con los lotes del primer año se desarrolló un modelo multivariante con la información espectral y para comprobar su validez se emplearon los espectros de las muestras de grasa correspondientes al segundo año.

*Las nuevas tecnologías permitirán al sector definir, con criterios objetivos, las calidades de las canales y productos curados, logrando así una mayor transparencia del mercado.*

En la tabla 1 se muestran los valores medios de las 5 primeras componentes principales (que explican un 96 % de la varianza total) de cada lote empleado en el modelo y la distancia euclídea entre los centroides de cada lote. En dicha tabla se puede apreciar cómo los lotes LC 2, LC 4 y LC 6 se encuentran más próximos entre sí (distancias inferiores a 1) que con el resto de los lotes (distancias superiores a 1). Esto podría ser debido al consumo de pienso que tuvieron los animales de estos lotes. Destaca además la distancia del lote LC 1 al lote LC 2, cosa que no ocurre con los lotes LC 3 y LC 5. Esto podría ser debido a la montanera tan corta que tuvo el Lote 1 (52 días) y que, posiblemente, no habría sido suficiente para aportar a sus depósitos grasos las características que aporta la bellota y el pasto, condiciones que sí se habrían dado en los lotes LC 3 y LC 5. Es notoria la diferencia tan marcada que tuvo el lote LC 5 que se distanció bastante ( $D > 2$ ) del resto de los lotes, probablemente como consecuencia de su importante consumo de bellota y pasto por la larga montanera (104 días).

Aplicado el modelo a los lotes del segundo año se obtuvieron las distancias de dichos lotes a los del modelo, recogidos en la Tabla 2. En ella se puede ver cómo se hallan bastante distantes de los lotes LC 5 y LC 3 que eran los correspondientes a las mejores montaneras de referencia. Según el modelo, se asemejarían más por su proximidad a los lotes de referencia LC 1 y LC 6.

Hay que destacar el lote LV 5 entre los lotes del segundo año. Su distancia a los lotes de control (LC 1 a LC 6) es superior a 2. Esto nos estaría indicando que sus depósitos grasos son manifiestamente diferentes a los de los lotes de referencia y, aunque el lote más próximo es el LC1 ( $D=2,09$ ) sería incorrecta su equiparación de calidad a la del LC 1.

Sabemos que todas las montaneras son diferentes, pero hasta ahora no se han podido encontrar criterios para analizar la similitud o diferencias entre ellas. Sin embargo mediante la tecnología NIRS y un tratamiento adecuado de la información que se obtiene de los espectros con herramientas de análisis multivariante, se puede detectar el grado de similitud entre las características de partidas de animales con regímenes alimenticios diversos y detectar más fácilmente las posibles simulaciones de alimentaciones imitadoras de la bellota. Bastaría con elaborar un banco de referencia espectral que recogiese los espectros característicos de animales engordados en montaneras buenas, regulares y malas, con recibos de diversos tipos, así como engordes con piensos diversos. Esto nos permitiría, no sólo reconocer la calidad de las partidas, sino aplicarlo a cada individuo que las componen, ya que no todos los animales consumen ni transforman igual los alimentos que ingieren. El resultado final se aproximaría más a la calidad real de los productos que al final se obtuvieran de cada individuo.

Se aprecia, por tanto, que la tecnología NIRS resulta eficaz en el reconocimiento y diferenciación de características de animales con diferentes regímenes de alimentación. Basta ahora que el sector haga un esfuerzo por definir concretamente lo que es calidad "bellota", "recebo" y "cebo" con parámetros objetivos. No se debe, por montaneras deficientes y exigencias comerciales, calificar partidas de bajo consumo de bellota como "bellota" cuando en otro año, con buenas montaneras, se clasifican partidas similares como "recebo", también por exigencias comerciales. Entonces nunca se podrá encontrar una técnica precisa.

### Conclusiones

■ El régimen de alimentación que tengan los cerdos Ibéricos en su engorde final va a afectar a las características de sus depósitos grasos.



Figura 4. Ensayos de alimentación en el Dehesón del Encinar (Oropesa-Toledo).

■ La fiabilidad de las técnicas tradicionales para determinar el régimen alimenticio de los animales es baja.

■ La clasificación de canales de cerdo Ibérico mediante la tecnología NIRS abre una ventana de esperanza, para implantar un sistema de clasificación individual de canales y productos.

(1) Proyecto CICYT-FEDER 1FD1997-1252-002-02.

### BIBLIOGRAFÍA

- Benito R., García Olmo J., De Pedro E.J., y Garrido A., 2001. Ibérico: Evaluación de la alimentación por NIRS. Mundo Ganadero. Vol. 131: 30-34

- BOE, 2001. Real Decreto 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. BOE 247: 37830-37833.

spectroscopy" pp 291-295. Edtrs G.D. BAT- TEN, P.C. FLINN L.A. WELSH and A.B. BLAKENEY. Australia.

- Diaz I., García Regueiro J.A., Casillas M. y De Pedro E.J., 1996. Triglyceride composition of fresh ham fat from Iberian pigs produced with different systems of animal nutrition. Food Chemistry, 55(4): 383-387.

- Gaitan A. J., 2001 Trabajo fin de carrera. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes. Universidad de Córdoba.

- Gonzalez-Martín I., González-Pérez C., Hernández-Mendez J., Marqués-Macías E. y Sanz-Poveda F., 1999. Use of isotope analysis to characterize meat from Iberian-breed swine. Meat Science. 52: 437-441.

- Hervas C., Garrido A., Lucena B., García N. y De Pedro E., 1994. Near infrared spectroscopy of Iberian pig carcasses using an artificial neural network. Journal of Near Infrared Spectroscopy. Vol. 2: 177-184.

- López Bote C., Rey A.I. e Isabel B.,



Fig. 3. Equipo NIRS para la obtención de espectros de tocino de cerdo Ibérico

- Cava R. y Andrés A.I., 2001. La obtención de materia prima de una adecuada calidad tecnológica. Características de la grasa determinantes de la calidad del jamón: influencia de los factores genéticos y ambientales. En "Tecnología del jamón Ibérico" pp 99-130. J. Ventanas (coord.). Ed. Mundi Prensa. Madrid.

- 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 Ibérico: Aspectos claves. C. Buxadé y A. Daza (Coordinadores) Ed. Mundi-Prensa Madrid.

De Pedro E.J., Garrido A., Lobo A., Dardene P. y Murray Y., 1995. Objective classification of Iberian pig carcasses: GC v NIRS. En "Leaping ahead with near infrared

2001. Alimentación del cerdo ibérico en la dehesa. pp 215-246. En "Porcino Ibérico: Aspectos claves" C. Buxadé y A. Daza (Coord.) Ed. Mundi Prensa. Madrid.

Martinez Ma. L., 1996. Aplicación de la técnica NIRS al estudio de la composición química de carne de jamón de cerdo Ibérico: Contrastación de tres tipos de cebas. Trabajo fin de carrera. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes. Universidad de Córdoba.

- Ventanas J., Andrés A.I., Cava R., Tejada J.F. Y Ruiz J., 1999. Composición y características de la grasa en el cerdo Ibérico e influencia sobre la calidad del jamón. En "I Jornadas sobre el cerdo Ibérico y sus productos", pp 213-218. Ed. Estación Tecnológica de la Carne de Castilla y León