

El objetivo de este artículo es realizar una exposición de las metodologías analíticas propuestas por diferentes autores, junto con una breve discusión de las ventajas e inconvenientes que presenta cada una de ellas para su implantación a nivel práctico.



Métodos de evaluación del régimen alimenticio

En canales de cerdo Ibérico

Juan García Olmo^{1,2}, Emiliano De Pedro Sanz¹ y Ana Garrido Varo¹.

¹Dpto. Producción Animal, ETSIAM, Universidad de Córdoba.

²Unidad NIR/MIR, SCAL, Universidad de Córdoba.

Las industrias y asociaciones de ganaderos y/o industriales del sector del cerdo Ibérico se enfrentan actualmente al reto de disponer de herramientas de control de calidad de canales y productos transformados, de forma tal que permitan garantizar en todo momento la autenticidad de las canales y de sus productos, pudiendo fijar así un precio en función de las diferentes calidades existentes. En particular, uno de los factores de mayor interés en dicha etapa de control de

calidad es el relativo a la determinación del régimen de alimentación empleado durante la etapa de cebo de los cerdos. Como es bien conocido, dicho régimen suele variar entre una alimentación únicamente a base de bellotas y demás productos de la dehesa (alimentación en montanera) hasta regímenes con un aporte exclusivo de piensos comerciales.

La evaluación del régimen alimenticio que han tenido los animales en los meses anteriores a su sacrificio es difícil de

conocer, ya que un control riguroso en campo de la alimentación requiere un gran esfuerzo y presenta un elevado componente de subjetividad (De Pedro, 2000). Ello ha motivado que, desde que comenzaron a emplearse otros sistemas de alimentación basados en materias primas diferentes a las que el animal puede encontrar en la dehesa, se hayan investigado diferentes herramientas que permitieran evaluar de forma más objetiva dicha alimentación (López-

Bote, 1998; De Pedro, 2000).

En general, los resultados obtenidos mediante dichas herramientas de análisis han sido complementarios a la información aportada por los controles de campo realizados sobre los lotes de cerdos, teniendo en cuenta, en la mayoría de los casos, ambos criterios (información de campo y resultado analítico) a la hora de clasificar un lote dentro de una determinada categoría comercial.

Se han propuesto diferentes metodologías y técnicas de análisis para evaluar la alimentación empleada durante el cebo de cerdos Ibéricos (Casillas, 1995; De Pedro, 2000; Ruiz y Petró, 2000, García Olmo, 2002). En general, dichas metodologías pretenden establecer unas diferencias entre las categorías comerciales existentes en uno o varios parámetros analíticos, en base a la información de cerdos Ibéricos sometidos a diferentes regímenes alimenticios.

Puntos de fusión y deslizamiento

Si bien tradicionalmente se ha empleado la sensación al tacto para reconocer la calidad de las canales y productos de cerdo Ibérico, las primeras metodologías de análisis propiamente dichas, introducidas como herramientas de control del régimen alimenticio empleado, fueron la medición de los puntos de fusión y de deslizamiento. Aunque en la actualidad ya no son empleadas, dichas técnicas tuvieron una enorme repercusión a nivel práctico, llegando incluso a tener un carácter oficial durante unos años como método de evaluación de la alimentación durante el cebo.

Ambas metodologías de análisis se basan en la determinación de la temperatura de fusión de la grasa, es decir la temperatura a la cual la grasa pasa de estado sólido a líquido. Dicha temperatura de fusión no es constante y dependerá, fundamentalmente, de los ácidos grasos presentes tanto en los triglicéridos como en la fracción insaponificable de la grasa.

La determinación de la temperatura de fusión es tediosa de realizar por lo que se sustituyó por otro parámetro analítico como es la temperatura de deslizamiento. En este caso, se determina el valor en el cual una muestra de grasa asciende por un tubo capilar, al irse reblandeciendo, bajo la presión de agua caliente.

A pesar de la sencillez de la determinación analítica de la temperatura de deslizamiento, este parámetro presenta numerosas fuentes de error probablemente debidas a la zona anatómica de donde se tome la muestra, las condiciones de almacenamiento de la grasa, las condiciones de preparación de la muestra o a la persona que realiza la medida (Casillas, 1995; De Pedro, 2000).

Además, estos parámetros son fácilmente modificables con la incorporación en el pienso de materias primas con alto contenido en ácidos grasos poliinsaturados (bajo punto de fusión) y obtener así temperaturas de deslizamiento similares que los obtenidos alimentando los animales en montanera (De Pedro, 2000; Ruiz y Petró, 2000).

Composición de ácidos grasos

La influencia tan marcada del régimen alimenticio en la composición de la grasa ha dado lugar a que se haya propuesto la composición en ácidos grasos, de la grasa subcutánea de la canal, para diferenciar cerdos Ibéricos sometidos a diferentes regímenes alimenticios durante la etapa de cebo. El contenido en ácidos grasos fue introducido hacia mediados de los años 90 en el contrato tipo homologado por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación como criterio a emplear, junto con la información de campo, para la evaluación de la alimentación en cerdos Ibéricos destinados a sacrificio, permaneciendo su aplicación en la actualidad.

Así, en el contrato tipo homologado se indican los valores máximos y mínimos, determinados mediante cromatografía de gases, que han de presentar los ácidos grasos mayoritarios

(C16:0, C18:0, C18:1 y C18:2) en una muestra media de grasa subcutánea, tomada en cada lote de animales objeto de dicho contrato, para que sea considerada como perteneciente a una categoría comercial de bellota, recebo o cebo. Los valores máximos y mínimos considerados para los ácidos grasos mayoritarios en los diferentes contratos tipo homologados por el Ministerio se incluyen en el **cuadro I**.

El establecimiento de unos niveles para los 4 ácidos grasos mayoritarios en los inicios del contrato tipo homologado supuso una gran aportación al sector, dada su mayor objetividad frente a la técnica con carácter oficial anteriormente empleada (temperatura de deslizamiento). Sin embargo, hoy en día este criterio analítico de evaluación de la alimentación está sometido a continuas críticas tanto por parte de los industriales como de los ganaderos del sector.

Entre estas críticas destacarían la modificación de los niveles y por tanto de las cate-

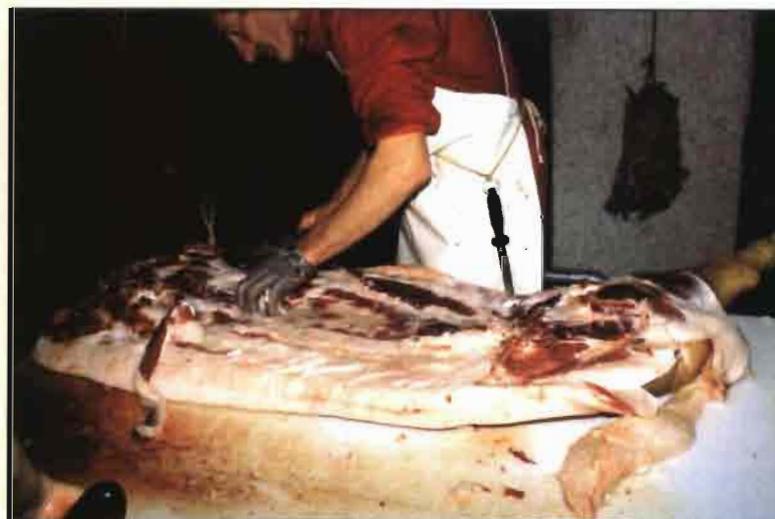
CUADRO I. Criterios de clasificación establecidos en el Contrato Tipo Homologado de diversas campañas de sacrificio.

Categoría	Campaña	C18:1 (%)	C16:0 (%)	C18:0 (%)	C18:2 (%)
Bellota	94/95	> 52	< 22	< 9	7 - 9
Recebo		> 50	22-24	9-10,5	9-10
Bellota	95/96	> 50	< 22,5	< 9,5	6,5 - 10
Recebo		> 48	< 25	< 11	< 11
Bellota	96/97	> 52	< 22	< 9,5	6,5 - 9,5
Recebo		> 50	< 24	< 10,5	< 11
Bellota	97/98	> 53	< 21,5	< 9,5	< 9,5
Recebo		> 52	< 23	< 10,5	< 10,5
Bellota	98/99	> 54	< 21	< 9,5	< 9,5 (*)
Recebo		> 52	< 23	< 10,5	< 10,5
Bellota	99/00	> 54	< 21	< 9,5	< 9,5 (*)
Recebo		> 52	< 23	< 10,5	< 10,5
Bellota	00/01	> 54	< 21	< 9,5	< 9,5 (*)
Recebo		> 52	< 23	< 10,5	< 10,5

(*) Se aceptarán valores superiores de C18:2 hasta 10,5 siempre que la composición de C18:1 aumente en el mismo porcentaje sobre 54%.

gorías de calidad entre diferentes campañas, la posibilidad de resultar clasificada una partida en diferentes categorías dependiendo de sus valores de ácidos grasos, el no recoger la variabilidad de calidad dentro de una partida al realizarse el análisis sobre una única muestra líquida de grasa o el poder simular el perfil de ácidos grasos de animales cebados en montanera mediante la formulación de piensos especiales.

Además este método de evaluación presenta entre otras limitaciones un elevado tiempo y coste de análisis por muestra, la necesidad de uso del instrumental analítico por parte de personal especializado, los elevados costes de mantenimiento y la imposibilidad de realizar un análisis completo



En la última década se ha profundizado en el análisis de ácidos grasos en tejidos grasos y musculares diferentes a la grasa subcutánea.

El principal inconveniente que presenta el análisis de ácidos grasos de fosfolípidos musculares es que se requiere un protocolo de análisis lento y complejo

de todos los animales de cada lote (De Pedro, 2000).

El problema de clasificación de una partida en diferentes categorías a partir de una misma composición en ácidos grasos se podría resolver con la aplicación de técnicas de análisis multivariante, ya que en este caso la definición de las categorías se hace sobre la base del conjunto del perfil de ácidos grasos, característico de cada tipo de régimen alimenticio, y no a sus valores individuales.

La eficacia de estos modelos de clasificación ha sido expuesta por De Pedro (2000) con la clasificación de varios miles de muestras procedentes de cerdos con diferentes regímenes alimenticios y sacrificados a lo largo de más de 6 campañas, obteniéndose un escaso número de diferencias entre las evaluaciones del régimen alimenticio realizadas mediante los controles de campo y mediante el uso de dichos modelos multivariantes.

En la última década se ha profundizado en el análisis de ácidos grasos en tejidos grasos y musculares diferentes a la grasa subcutánea e incluso en fracciones de la grasa distintas a los triglicéridos.

Así, De la Hoz et al. (1993)

y Ruiz et al. (1998) eligieron la grasa hepática para la evaluación de la alimentación. Los resultados obtenidos en ambos trabajos muestran que las diferencias observadas entre las 3 categorías comerciales son del mismo orden e incluso inferiores a las observadas a partir de la composición de ácidos grasos de grasa subcutánea.

Cava et al. (1997) y Ruiz et al. (1998) estudiaron la composición de ácidos grasos de la grasa intramuscular (tanto su fracción de triglicéridos como la de fracción de fosfolípidos) y de la grasa total en el caso del músculo masetero. Tejeda (1999) analizó los mismos parámetros en el músculo biceps femoral. Los mejores resultados de discriminación se obtuvieron en el caso del análisis de la fracción de triglicéridos de la grasa intramuscular y de la

grasa total del músculo, si bien dichos autores subrayan la importancia del análisis de la fracción de fosfolípidos de la grasa intramuscular al presentar gran relevancia en el aroma de los productos curados.

De acuerdo con Ruiz y Petró (2000), el principal inconveniente que presenta el análisis de ácidos grasos de fosfolípidos musculares es que se requiere un protocolo de análisis lento y complejo que lo hace poco conveniente para su aplicación como sistema rutinario de clasificación de canales en función del régimen alimenticio.

Otras técnicas de evaluación

Triglicéridos en grasa

Casillas (1995) evaluó el efecto del régimen alimenticio sobre el contenido en triglicéridos de la grasa subcutánea de cerdo Ibérico mediante cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), obteniendo unos excelentes resultados de clasificación tras realizar un análisis discriminante a partir de la composición en triglicéridos. Tejeda (1999) confirmó la influencia de la alimentación en el contenido en triglicéridos,

en este caso, de la grasa intramuscular del músculo biceps femoral.

A pesar de que en un principio se podía pensar en una simplificación de la determinación analítica frente al análisis de ácidos grasos, ello no es rigurosamente cierto ya que, en la práctica, ambos métodos son similares en cuanto a tiempo de análisis y complejidad (Ruiz y Petró, 2000).

Análisis de la fracción insaponificable de la grasa

En la fracción insaponificable, minoritaria dentro del porcentaje total de la grasa, se encuentran presentes una gran variedad de compuestos como son hidrocarburos, esteroides, carotenoides o tocoferoles (Ruiz y Petró, 2000). Tejeda (1999) realizó un estudio pormenorizado de dicha fracción en la grasa intramuscular del músculo biceps femoral de cerdo Ibérico, empleando para ello un reducido número de muestras.

Los resultados obtenidos mostraron, en general, la existencia de diferencias significativas en el contenido de diferentes compuestos de esta fracción insaponificable entre lotes de animales con diferente alimentación, fundamentalmente en el contenido en hidrocarburos ramificados de la grasa intramuscular y en particular de un compuesto denominado neofitadieno, presente en la fracción insaponificable de la hierba.

Si bien estos resultados pueden ser prometedores, la necesidad de corroborar la presencia de dicho compuesto en un mayor número de muestras, la complejidad y el elevado tiempo necesario para realizar estos análisis dificultan su utilización en industrias del sector.

Antioxidantes en músculo

La alimentación recibida por el cerdo Ibérico influye, no sólo en la composición de los ácidos grasos y su distribución en las diferentes fracciones lipídicas, sino también en la presencia de sustancias con capacidad antioxidante en las membranas musculares, funda-

Rumalata

El almidón en la dieta
ya no es un problema



*La alternativa al uso
de antibióticos ionóforos*



NOREL & NATURE
N U T R I C I O N

Diversos trabajos han mostrado el potencial de la tecnología NIRS para la determinación del contenido en ácidos grasos

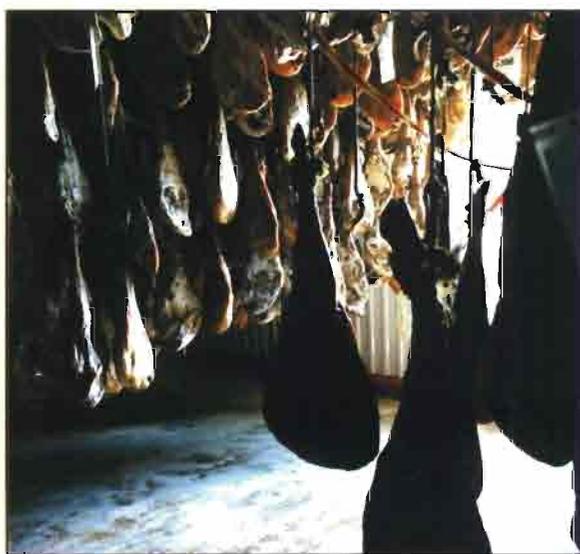
mentalmente tocoferoles (Rey et al., 1998; Cava et al., 2000). Según Rey et al. (1998), la presencia de un elevado contenido de tocoferoles en la hierba y en la bellota serían los responsables de la presencia de una mayor contenido de estos compuestos en los lípidos de membrana de cerdos alimentados en montanera.

Dado que esta metodología de análisis consiste, básicamente, en una determinación de un compuesto presente en la fracción insaponificable de la grasa intramuscular mediante HPLC, sus inconvenientes son los mismos a los ya descritos anteriormente.

Análisis de isótopos.

El uso del análisis de isótopos en grasa subcutánea, tanto del carbono (^{13}C) como del azufre (^{34}S), para caracterizar canales de cerdos Ibéricos en función de la alimentación empleada ha sido propuesto por González-Martín et al. (1999 y 2001).

Los resultados obtenidos por dichos autores mostraron que existe una relación entre



la ganancia de peso en montanera y la proporción de isótopos existentes en la grasa subcutánea, debido a que la relación entre los isótopos de C y S en la grasa está directamente relacionada con la proporción de dichos isótopos en los alimentos que ingiere.

Los principales inconvenientes de esta técnica de análisis son el elevado coste del instrumental necesario y la compleji-

dad del análisis que, junto con la necesidad de la confirmación de los resultados en un mayor número de muestras, hace inviable, en la actualidad, su aplicación práctica en industrias del sector.

Olfatometría electrónica

La olfatometría electrónica, también denominada nariz artificial, genera una respuesta electrónica específica, mediante una serie de sensores, ante la presencia de determinados compuestos volátiles. A partir de esta respuesta es posible detectar y cuantificar la presencia de dichos compuestos e incluso del aroma global de la muestra.

González-Martín et al. (2000) propusieron dicha técnica de análisis para la diferenciación del régimen alimenticio a partir de muestras de grasa subcutánea. Los resultados mostraron la posibilidad únicamente de diferenciar de forma nítida aquellos animales pertenecientes a la categoría de cebo de aquellos pertenecientes a las categorías de recebo y bellota.

La principal ventaja que presenta esta técnica de análisis es el bajo coste, su fácil uso y la ausencia de manipulación de muestra. Sin embargo, esta técnica analítica aún se encuentra en fase de desarrollo, siendo necesaria la mejora de numerosas fuentes de error instrumentales y su evaluación en colectivos de muestras más amplios.

Tecnología NIRS

La tecnología NIRS o espectroscopía en el infrarrojo cercano es una técnica óptica de análisis basada en el uso de la radiación del infrarrojo cercano (800 a 2500 nm). Básicamente, mediante esta técnica analítica se mide la energía de la radiación infrarroja incidente que es absorbida por la muestra a analizar. Esta energía absorbida da lugar a una serie de bandas o espectros que contienen información sobre características físicas y químicas de la muestra analizada. Por ello, es posible llegar a determinar atributos tanto cuantitativos (p.ejem.: conte-

nido en ácidos grasos) como cualitativos (p.ejem.: régimen alimenticio empleado durante el cebo).

Diversos trabajos han mostrado el potencial de la tecnología NIRS para la determinación del contenido en ácidos grasos tanto en grasa fundida como en tejido adiposo de cerdo Ibérico (De Pedro et al., 1992; González, 1997; García Olmo, 2002). Si bien los resultados son diferentes dependiendo de los trabajos y de la forma de presentación de la muestra considerada, los autores concluyen que la tecnología NIRS puede ser empleada para predecir el contenido en ácidos grasos en grasa de cerdo Ibérico con elevada exactitud, precisión y rapidez.

Además de para la predicción del contenido en ácidos grasos, la información espectral NIR puede ser empleada para estudios de autenticación o clasificación. En concreto, varios autores han mostrado la viabilidad en la aplicación de los datos NIR per se para la evaluación del régimen alimenticio en cerdos Ibéricos (Hervás et al., 1994; De Pedro et al., 1992; González, 1997; García Olmo, 2002). Sin embargo, estos resultados se obtuvieron a partir de muestras procedentes de lotes de animales incluidos en proyectos de investigación y bajo diferentes algoritmos de clasificación.

Entre las principales ventajas de la tecnología NIRS destacan su rapidez, su carácter no destructivo, bajo coste, escasa o nula preparación de muestra, su fácil uso y su carácter de técnica multiproducto y multi-constituyente. Sin embargo, esta técnica de análisis posee una serie de inconvenientes entre los que destacan la necesidad de una amplia formación multidisciplinar para su desarrollo, la complejidad en el desarrollo de ecuaciones o modelos de clasificación y posee la menor aceptación oficial.

A pesar de ello, diversas empresas y laboratorios del sector están empleando en la actualidad esta técnica analítica para la predicción del contenido en ácido grasos de grasa de cerdo Ibérico.