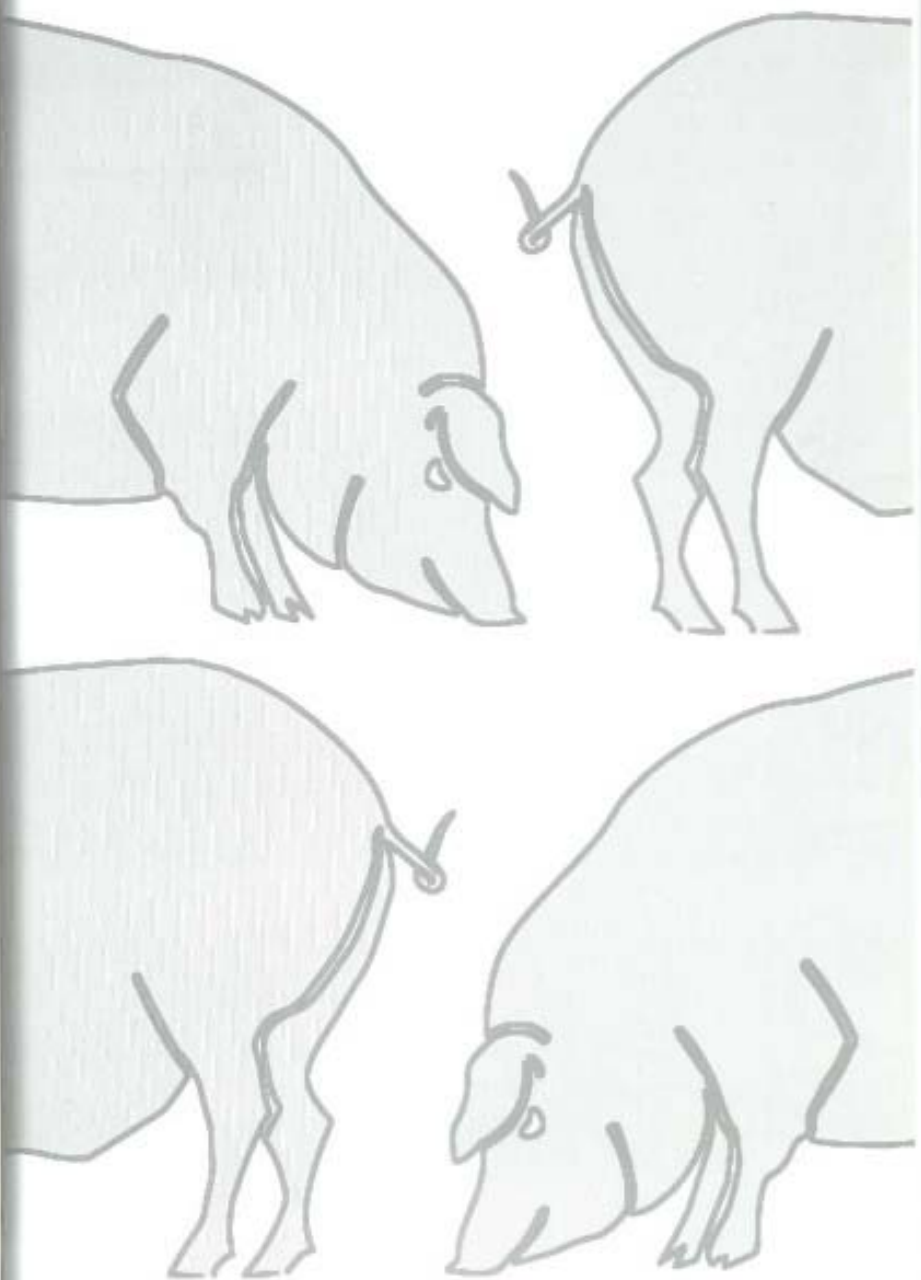


ABRIL 2002

Nº 8



CERDO
IBERICO





Evaluación del régimen alimenticio en canales y productos del cerdo ibérico

Juan García Olmo y Emiliano De Pedro Sanz.

Dpto. Producción Animal [E.T.S.I.A.M) Universidad de Córdoba.

INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista de relación entre el ganadero e industrial, la calidad de las canales y productos derivados del cerdo Ibérico depende, básicamente, de dos factores. Por una parte de la alimentación que han recibido los cerdos durante la etapa del cebo y por otra el tipo de raza o estirpe de cerdo empleada.

Así, la alimentación aportada afecta, dadas las características del cerdo como animal monogástrico, a la calidad de la grasa, llegando a diferenciarse en función de este factor canales y productos derivados de tres tipos: "bellota", "re- cebo" y "pienso". Este último tipo, una vez entre en vigor la nueva norma de calidad para productos derivados del cerdo Ibérico se pasará a denominar "cebo".

Sin embargo, la raza o estirpe de cerdo Ibérico empleada afecta principalmente a los rendimientos cárnicos y al nivel de infiltración de grasa en el magro. Según este factor, se diferencian en el mercado animales puros (1000/ cerdos Ibéricos) o cruzados a diferentes porcentajes con otras razas de cerdos mejoradas, fundamentalmente de tipo Duroc.

De ambos factores, el tipo de alimentación empleado posee mayor peso a la hora de evaluar dicha calidad desde el punto de vista del industrial y ganadero.

Para poder evaluar dicha alimentación, se han propuesto diferentes metodologías. La más sencilla de las propuestas sería el realizar periódicos



cos controles de campo sobre los animales durante la etapa de cebo. Sin embargo, estos controles presentan una alta componente de subjetividad por lo que su fiabilidad es baja.

TÉCNICAS ANALÍTICAS EMPLEADAS

Dada la situación descrita en el apartado anterior, a finales de los años 80 se empezó a evaluar la posibilidad de introducir, por parte de empresas y organismos del sector, diversos métodos de análisis que permitieran evaluar de forma más objetiva dicha alimentación. Desde un principio, estos métodos de análisis han sido una herramienta complementaria a la información aportada por los controles de campo.

Las primeras metodologías de análisis empleadas se basaban en la determinación de la temperatura de deslizamiento (fusión) o del índice de yodo en la grasa subcutánea del cerdo



Ambas metodologías evalúan el nivel de insaturación presente en los ácidos grasos de la grasa subcutánea. A pesar de la aportación que supuso el introducir estas técnicas de análisis, se descartó su uso al ser muy fácil modificar tanto la temperatura de deslizamiento como el índice de yodo, mediante la adición de grasas en la dieta con alto contenido en ácidos grasos poliinsaturados.

Ya en la década de los 90 se han empleado diferentes técnicas analíticas para evaluar la alimentación en el cerdo Ibérico. Entre ellas destacan:

- Determinación del contenido en ácidos grasos en grasa subcutánea, hepática, intramuscular de la fracción insaponificable (fundamentalmente en fosfolípidos) mediante cromatografía de gases.
- Determinación del contenido en triglicéridos mediante cromatografía líquida de alta resolución.
- Determinación de aldehídos en grasa mediante cromatografía de gases.
- Determinación de la relación isotópica $^{13}\text{C}/^{14}\text{C}$ mediante isótopos radioactivos.
- Detección de compuestos de volátiles en grasa y productos curados mediante espectrometría de masas o nariz electrónica.
- Determinación del contenido de compuestos antioxidantes (fundamentalmente α -tocoferol) en músculo mediante cromatografía líquida.

En todos los estudios de investigación desarrollados para evaluar dichas determinaciones, se han obtenido excelentes resultados, llegando a diferenciar lotes de animales con calidad "bellota", "recebo" o "pienso".

De todas estas metodologías de análisis, la más empleada por el sector para la evaluación de la alimentación es la determinación de ácidos grasos en grasa subcutánea. Esta técnica de análisis fue introducida hacia mediados de los años 90 en el contrato tipo homologado por el MAPA como criterio a emplear, junto con los controles de campo, para la evaluación de la alimentación en cerdos ibéricos destinados a sacrificio. En dicho contrato tipo se indican unos niveles de máximos y mínimos que han de presentar los ácidos grasos mayoritarios en grasa de cerdo (ácido palmítico ó C16:0, ácido

esteárico o C18:0, ácido oleico o C18:1 y ácido linoleico o C18:2) para pertenecer a una determinada categoría comercial.

La aplicación de unos niveles para estos 4 ácidos grasos supuso una gran aportación en los inicios del contrato tipo homologado, si bien, hoy en día este criterio de clasificación está sometido a continuas críticas tanto por parte de los industriales como de los ganaderos del sector.

Para reemplazar esta clasificación basada en niveles de composición, se ha propuesto el uso de índices de calidad basados en el perfil completo de ácidos grasos presentes en la grasa subcutánea de cerdo, calculados dichos índices mediante herramientas de análisis estadístico multivariante. La eficacia de estos índices de calidad ha sido contrastada tras más de 10 años de estudio con industrias del sector, obteniéndose un escaso número de diferencias entre las evaluaciones de alimentación realizadas mediante controles de campo y mediante el uso de los índices de calidad.

Sin embargo, existen numerosas limitaciones a la hora de implantar la determinación de ácidos grasos en grasa mediante cromatografía de gases en industrias o entidades del sector. Entre estas limitaciones cabe destacar el elevado tiempo y coste de análisis por muestra, la necesidad de uso del instrumental analítico por parte de personal especializado, los moderados costes de mantenimiento y la imposibilidad de realizar un análisis completo de animales de cada lote.

Todas estas limitaciones hacen que esta metodología no sea viable para poder ser implantada en numerosas empresas del sector, dado el pequeño tamaño de estas. La vía empleada es la obtención de una única muestra representativa de un lote de cerdos y su análisis por parte de laboratorios públicos o privados.

TECNOLOGÍA NIRS

Ante esta situación, a inicios de la década de los 90 se inició una línea de investigación en el Dpto. de Producción Animal de la Escuela de Ingenieros Agrónomos y Montes de la Universidad de Córdoba para la evaluación de las posibilidades de la tecnología NIRS en el control de calidad de canales y productos del cerdo Ibérico.



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 de absorción. En la Figura 1 se muestran los espectros de muestras de lomo y grasa de cerdo Ibérico.

Esta energía absorbida y medida mediante un instrumento NIRS contiene información sobre características físicas y químicas de la muestra analizada. Por ello, es posible llegar a determinar atributos tanto cuantitativos (p.ej.: contenido en ácidos grasos) como cualitativos (p.ej.: régimen alimenticio empleado durante el cebo).

Figura 1. Espectros NIRS de lomo y grasa de cerdo Ibérico



Entre las principales ventajas de la tecnología NIRS destacan su rapidez a la hora de realizar los análisis, lo que facilita la toma de decisiones en la industria, es una técnica no destructiva del producto que analiza, con bajo coste de análisis por muestra, es necesaria una escasa o incluso nula preparación de la muestra para su análisis, es de muy fácil uso en los análisis de rutina, posee una exactitud y precisión similar a la del método de referencia empleado para calibrarlo (siempre que las ecuaciones generadas sean robustas y de alta calidad), es una técnica multiproducto y multiconstituyente, es decir, puede analizar una

amplia gama de productos y puede estimar un gran número de parámetros cuantitativos o cualitativos con un único análisis espectral por muestra, no emplea reactivos químicos ni genera residuos y es capaz de predecir parámetros físicos, químicos, microbiológicos e incluso sensoriales.

Sin embargo, esta técnica de análisis posee una serie de inconvenientes que ha impedido una amplia implantación como son su escasa difusión incluso a nivel científico y académico, la necesidad de una amplia formación multidisciplinar para su desarrollo en campos de la ciencia como química, ingeniería, estadística, instrumentación analítica, computación, etc., es muy complejo el desarrollo de ecuaciones o modelos para estimar cualquier parámetro, a pesar de que una vez desarrollados son de muy fácil

manejo y posee una escasa aceptación oficial si bien esta aceptación es cada vez mayor.

ANÁLISIS NIRS CUANTITATIVO DE GRASA DE CERDO IBÉRICO

Ya han sido descritos en numerosos artículos de investigación y divulgación el desarrollo de ecuaciones de calibración NIRS para la determinación de ácidos

grasos en grasa de cerdo Ibérico. En general, se han ensayado dos formas diferentes de presentación de muestra: por una parte grasa fundida y por otra tejido adiposo subcutáneo como tal. La principal diferencia entre ambas formas de presentación radica en el tratamiento necesario para analizar la muestra y en el tiempo necesario para su análisis. Así, para el análisis de grasa fundida, es necesario una fusión previa de la grasa, siendo el tiempo de análisis aproximado de 5 minutos por muestra. En el caso de la forma de presentación en tejido adiposo, la muestra es analizada tras su toma de la canal del cerdo siendo el tiempo de análisis mucho



menor (de 1 a 2 minutos por muestra).

Para demostrar la precisión y exactitud de las ecuaciones NIRS desarrolladas en el Dpto. de Producción Animal de la Universidad de Córdoba, se van a mostrar los resultados de 2 trabajos de transferencia al sector realizados con ecuaciones desarrolladas para grasa fundida y tejido adiposo.

En el caso de las ecuaciones de predicción de ácidos grasos para grasa fundida de cerdo Ibérico se participó en un ensayo colaborativo coordinado por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación donde participaron 15 laboratorios del sector. En dicho ensayo se enviaron varias submuestras de unas mismas muestras a los laboratorios participantes para que determinaran mediante cromatografía de

Tabla 2. Comparación de valores de ácidos grasos aportados por 2 laboratorios mediante cromatografía de gases y NIRS.

Muestra	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2
1532	20,6	9,1	52,5	9,6
1533	19,9	8,4	55,5	9,4
1534	18,3	7,9	53,6	11,3
1535	19,6	8,4	54,2	9,1
1541	18,1	8,8	54,5	10,1
1542	19,5	9,1	49,5	11,9
1543	18,6	11,4	54,0	10,4
1544	19,5	9,5	52,1	10,8
1545	19,1	8,6	53,2	10,6
MEDIA	19,4	9,0	52,8	10,6
LA B C G	20,4	8,9	53,7	10,9

En el caso de las ecuaciones NIRS obtenidas para la determinación del contenido en ácidos grasos en tejido adiposo, se ha considerado los resultados obtenidos tras el análisis de las muestras pertenecientes a una partida. En la Tabla 2 se muestra el valor medio de los resultados de composición predichos mediante NIRS para una partida junto con la composición predicha mediante cromatografía de gases para una muestra media representativa de la misma partida. Como puede apreciarse, ambos resultados son del mismo orden y las diferencias obtenidas entre ellos son similares a las existentes entre 2 laboratorios que empleen cromatografía de gases como técnica analítica de análisis.

Por tanto, y a la vista de estos resultados, es posible la determinación de ácidos grasos en grasa de cerdo Ibérico, en todos los animales de una partida, mediante la tecnología NIRS con una exactitud y precisión similar a cromatografía de gases, gran rapidez en el análisis y un coste mínimo.

Sin embargo, en estas aplicaciones se está determinando la composición de ácidos grasos, siendo una posterior etapa de interpretación de estos resultados. Este hecho, junto con las dudas existentes en la actualidad acerca de la facilidad de modificar la composición en ácidos grasos de la grasa de cerdo Ibérico mediante el

Tabla 1. Comparación de valores de ácidos grasos aportados por laboratorios mediante cromatografía de gases y NIRS.

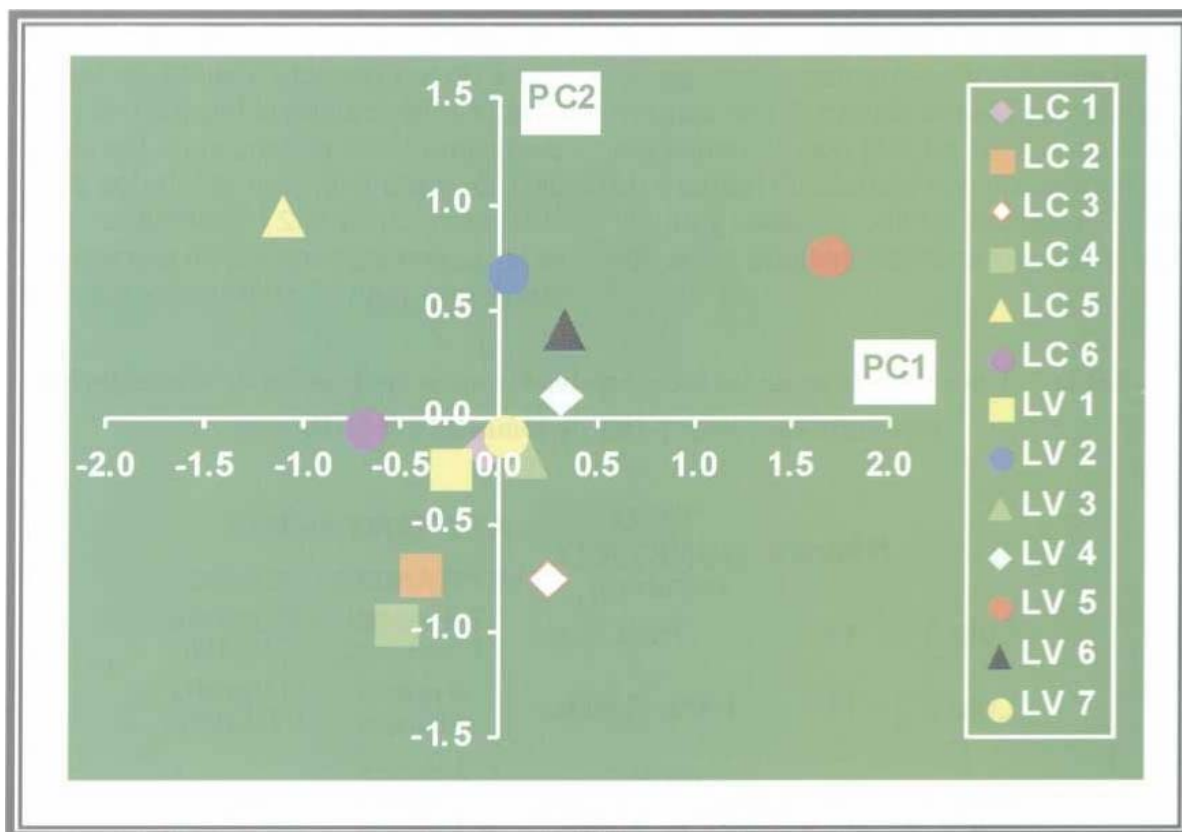
Laboratorio	C 16:0	C 18:0	C18:1	C18:2
1	21,5	9,8	52,3	9,7
2	21,11	9,9	51,9	9,8
3	22,2	10,1	52,2	9,3
4	22,5	10,2	50,8	9,8
5	21,5	10,4	51,8	9,5
6	22,6	10,8	51,4	10,4
7	21,6	9,9	51,8	9,8
8	21,11	10,0	51,5	9,8
9	21,4	9,9	52,3	9,6
...
15	21,5	9,9	51,8	9,7
NIRS	21,8	9,9	51,6	9,6

gases la composición en ácidos grasos. En la Tabla 1 se muestra los resultados aportados por algunos de los 15 laboratorios en una de las muestras analizadas.

Como se puede apreciar en dicha tabla, la composición aportada mediante NIRS es similar al valor medio de la composición aportada por el resto de laboratorios participantes. Además, no se detectaron diferencias significativas entre los valores de composición aportados por NIRS y los valores determinados mediante cromatografía de gases



Figura 2. Resultado de análisis de componentes principales de espectros NIRS de muestras de tejido adiposo con diferente régimen alimenticio.



uso de piensos engrasados, obligan a profundizar en otras vías de evaluación de la alimentación.

ANÁLISIS NIRS CUALITATIVO DE GRASA DE CERDO IBÉRICO

Dadas las características de la tecnología NIRS comentadas con anterioridad, es posible realizar una aproximación a la evaluación de la alimentación del cerdo Ibérico mediante el espectro NIRS *per se*. En este caso, se van a mostrar los resultados obtenidos tanto en tejido adiposo como en lomo fresco de cerdo Ibérico.

En el caso de tejido adiposo, se dispuso de un colectivo de calibración formado por 486 muestras pertenecientes a 6 lotes con diferente alimentación (desde la calidad "bellota" a "pienso") obtenidas durante la campaña 98199. Con dicho colectivo se construyó el modelo de clasificación a partir de los espectros NIRS y la información aportada en exhaustivos controles de campo. Para evaluar este modelo de clasificación se empleó un colectivo de evaluación formado por 556 muestras pertenecientes a 7 lotes

con diferente alimentación, obtenidas durante la campaña 99100. En la Figura 2 se muestran los resultados tras un análisis de componentes principales de los espectros NIRS de las muestras de los colectivos de calibración y evaluación.

En esta figura se representan por puntos los espectros medios de cada uno de los lotes empleados en los colectivos de calibración y evaluación. Los resultados mostraron que las partidas de validación se clasificaron como similares a aquellas del colectivo de calibración con régimen alimenticio similar. De las partidas destacan por su distancia al resto el lote de calibración 5 (LC 5) con una montanera excesivamente larga y el lote de validación 7 (LV 7) con una alimentación basada en piensos engrasados. Ambos lotes aparecen claramente distantes entre sí y del resto de partidas, lo que indica que el análisis cualitativo basado en espectros NIRS permitiría diferenciar claramente partidas con diversos regímenes alimenticios, incluso aquellos basados en el uso de piensos engrasados con grasa con alto contenido en ácido oleico.



En el caso de lomo fresco de cerdo Ibérico se dispuso de 6 lotes con diferente alimentación: 2 con una montanera larga complementada con una moderada cantidad de pienso diaria, 2 con montaneras largas complementadas con elevadas cantidades de pienso diarias, 1 lote alimentado a base de pienso y 1 lote con alimentación de pienso engrasado con oleínas. El número de animales de cada lote, su tipo genético y su alimentación detallada aparece descrita en la Tabla 3.

A partir de estos resultados, se intentaron obtener modelos para diferenciar los 6 lotes de muestras de que se disponía inicialmente. Los resultados del análisis de componentes principales de los espectros NIRS de los lotes de lomos se muestran en la Figura 4. En ella se aprecian claramente distanciados los espectros medios de cada lote, representados por un punto. Destacan los lotes 2 (alimentados en montanera larga con bajo aporte de pienso) y 5 (alimentados con pienso engrasado con oleínas) por

Tabla 3. Características de los lotes empleados en la evaluación de alimentación mediante espectros NIRS de lomos de cerdo Ibérico.

	Número	TIPO GENÉTICO (% Ibérico)	ALIMENTACIÓN	
			MONTANERA	PIENSO
Lote 1	14	75 %	2,8 mese 1,5 meses	750 g/día 2 kg/día
Lote 2	14	100% Retinto	4 meses 1 meses	600 g/día 2,75 kg/día
Lote 3	20	100 % Lampiño x Retinto	2 meses 2 meses	- 3,5 Kg/día
Lote 4	13	100 % Torbiscal	3,5 meses 1,5 meses	3,5 kgl día
Lote 5	15	50%		Oleínas
Lote 6	15	50% + 100%		Dos tipos

De modo orientativo, se dispuso de la composición de ácidos grasos media de la grasa subcutánea de cada uno de los lotes. Tras su clasificación de acuerdo con los criterios de máximos y mínimos existentes en el contrato tipo homologado vigente, resultaron clasificados todos los lotes dentro de la categoría comercial de "pienso" excepto el lote 2 que fue clasificado en "recebo".

Inicialmente se evaluó la posibilidad de diferenciar el régimen alimenticio empleado en el cebo mediante los espectros NIRS de 3 lotes (2, 4 y 6). En la Figura 3 se muestran los resultados del análisis de componentes principales realizado con los espectros NIRS. Como se observa, se pueden diferenciar claramente los 3 lotes, obteniéndose unos estadísticos de clasificación (sensibilidad y especificidad) muy elevados.

encontrarse muy distantes del resto y entre ellas mismas. Además, el lote 5 está muy distante del otro lote de pienso (lote 6).

Por tanto, es posible diferenciar el régimen alimenticio empleado a partir de modelos desarrollados con espectros NIRS e información de campo para muestras de tejido adiposo subcutáneo y lomo fresco.

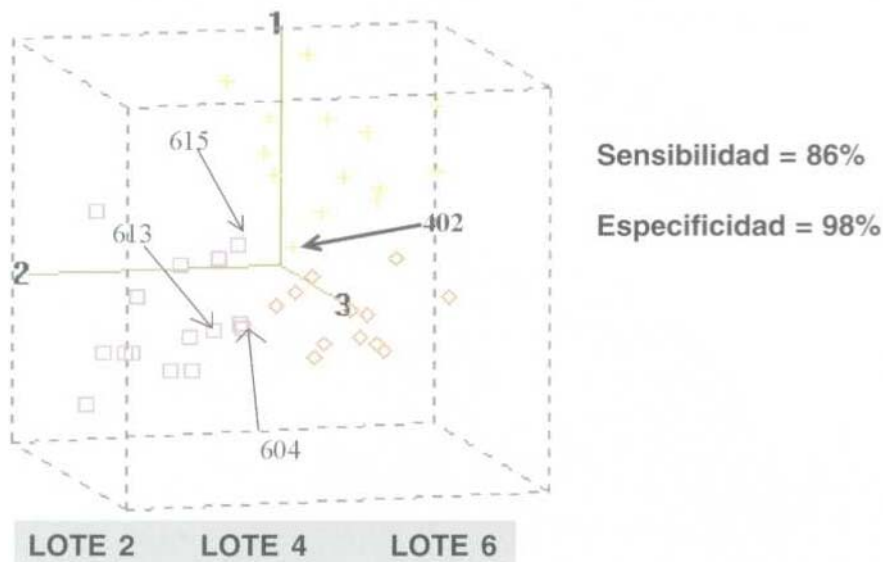
LINEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURAS

Entre otras, los trabajos de investigación se están desarrollando en dos vías. Por una parte en profundizar en el desarrollo de modelos NIRS robustos para la evaluación de la alimentación en grasa y productos derivados frescos del cerdo Ibérico.

Por otra parte, en la generación de ecuaciones y modelos NIRS a aplicar en pro-



Figura 3. Análisis de componentes principales de los espectros NIRS de los lotes 2,4 y 6 de lomos de cerdos Ibéricos con diferente régimen alimenticio.



ductos curados tanto para predecir parámetros composicionales y sensoriales como para evaluar el régimen alimenticio en productos nobles curados.

AGRADECIMIENTOS

Los trabajos descritos no se hubieran podido realizar sin la colaboración de diversas industrias y entidades del sector del cerdo Ibérico, entre las

que se encuentra A.E.C.E.R.I.B.E.R. y la financiación de diferentes proyectos de investigación por parte de la Unión Europea (como 1 FD97-0990 y 1 FD97-1252-C02-02), los Ministerios de Educación y Ciencia y Agricultura, Pesca y Alimentación y las Consejerías Andaluzas de Educación y Ciencia y Agricultura y Pesca.

Figura 4. Análisis de componentes principales de los espectros NIRS de 6 lotes de lomos de cerdos Ibéricos con diferente régimen alimenticio

