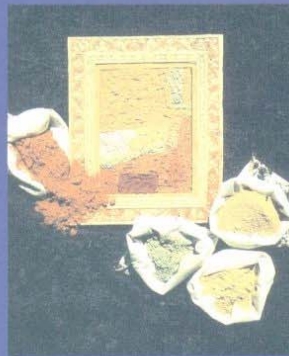


cárnica 2000

AÑO XXIX • 12ª ETAPA • NÚM. 221 • MAYO 2002

PREPARADOS Y ADITIVOS PARA LA INDUSTRIA ALIMENTARIA



Desde el desarrollo pasando por la producción, hasta llegar a la entrega, todos los productos de ANVISA están supeditados a controles de calidad.

La garantía
de un gran **Líder**
a su alcance



AÑO XXIX • 12ª ETAPA • NÚM. 221 • Mayo 2002

EDITORIAL

- Mayor exigencia en la elaboración de carnes..... 5

COMENTARIOS

- Interés por lo que comemos..... 7
- Iniciativas para potenciar el II Congreso Mundial del Jamón..... 9
- IPA de París, la cita emblemática para el sector alimentario..... 10
- Identificación de un probiótico a base de Lactobacillus que reduce la incidencia de E. Coli en vacuno..... 11
- Honor y fama del Embutido de Requena..... 13
- El jamón, siempre de actualidad..... 15
- Guijuelo, el éxito de un certamen monográfico..... 18
- El legado inestimable del cerdo ibérico..... 17
- XVI Capítulo de la Orden de Sabadiego en Noreña, por Mario de Abajo..... 22
- Club de Amigos del Cerdo Ibérico..... 23

EN PORTADA

- El consumidor, la seguridad y la innovación marcan el camino del futuro y de la industria cárnica..... 25

INFORME

- El comercio internacional de productos cárnicos curados, por Juan Alvarez de la Puente, Dirección General de Agricultura. Comisión Europea..... 29

I+D Tecnología Alimentaria

- Estudio de viabilidad para la aplicación de tecnología NIR en la evaluación del regimen alimenticio de lomo fresco del cerdo ibérico, por A. J. Gaitán y otros (Universidad De Córdoba)..... 37
- Estudios de los componentes volátiles en las primeras etapas de procesado: Salado, post salado y secadero (I), por A. Jurado y otros (Universidad De Cáceres)..... 49

CARNICERIAS

- XXVI "APPC" Guías de prácticas de higiene (embutidos frescos tocinos, embutidos de sangre, enharinados y empanados), por Manuel Rodríguez Rebollo..... 55

Panorama internacional de la calidad, innovación y tecnología (Sección coordinada por Miguel A. Ramírez)

- De la revolución jurídica a la revolución verde, pasando por la funcional..... 76

AVANCES EN CARNES

(Sección a cargo del Dr. Manuel Rodríguez Rebollo)..... 89

I. Consumo de carnes en 2001

II. INULINA

III. AZUCARES

IV. LEGISLACION

ACTIVIDADES-REUNIONES-EMPRESAS

- Hacia la creación de una carne de calidad europea..... 93

ÍNDICE ALFABÉTICO DE ANUNCIANTES

Nombre.....	Pág.
ANTONIO VILLORIA "ANVISA".....	PORTADA, CONTRAPORTADA
CARHESAN.....	122
CONSTRUCCIONES METALICAS ROSER.....	INTERIOR PORTADA
CRUELS.....	7
EQUIPOS FRIGORIFICOS COMPACTOS.....	8
FRIMANCHA.....	124
GRUPALIA.....	71
GRUPO NORTEÑOS.....	121
HELCESA.....	15
INDUSTRIAS FAC.....	72
INTECAL.....	17
ISAN CONSTRUCCIONES METALICAS.....	24
JAMONES ALJOMAR.....	1
JOSEFA ESTELLES MAYOR.....	14
JUNTA DE EXTREMADURA.....	16
MANUFACTURAS CEYLAN.....	5
MANUFACTURAS TABERNER.....	21
MAQUINARIA INDUSTRIAL TORRAS.....	9
MECANICAS PUJOLAS.....	6
MECOIMA.....	74
MIMASA.....	4

Nombre.....	Pág.
MOBEPACK SYSTEMS.....	12
OGALSA.....	75
OLOTINOX.....	10
PRODUCTOS PILARICA.....	44
PROING.....	11
REFRICA.....	48
RHODIA IBERICA.....	41
SAN CAYETANO SOLID.....	123
SECELL EXPRES.....	13
SERVICIOS DE INGENIERIA Y GESTION "INGESER" ..	INTERIOR CONTRAPORTADA
TALLERES CATO.....	20
TALLERES TABSA.....	45
TECNICAL.....	73
TECNOMASTER.....	3
XI FERIA DE MUESTRAS TECNOCHACINERA.....	54

EMPRESAS PARTICIPANTES NUEVAS INSTALACIONES 7 HERMANOS

CARNICAS 7 HERMANOS.....	125
DUROMIT.....	129
PANELBOX.....	130
SIPAMA.....	131

Estudio de viabilidad para la aplicación de la tecnología NIRS en la evaluación del régimen alimenticio en lomo fresco de cerdo ibérico

● A.J. GAITÁN, J. GARCÍA OLMO, E. DE PEDRO,
A. GARRIDO Y M.D. PÉREZ MARÍN
DPTO. PRODUCCIÓN ANIMAL (SECCIÓN ETSIAM).
UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

INTRODUCCIÓN

Dentro de los sistemas de producción animal, sin duda destaca por su singularidad la producción en régimen extensivo de cerdos ibéricos. Este animal, autóctono de la península Ibérica (Figura 1), posee una perfecta adaptación a un ecosistema natural como es la dehesa, estableciéndose un perfecto equilibrio entre ambos, constituyendo el binomio "dehesa-cerdo Ibérico".

Entre las características generales de estos animales destaca su rusticidad, dada la escasa presión de selección a la que han sido sometidos, y su precocidad, es decir, la capacidad de depositar elevadas cantidades de grasa desde edades tempranas, lo que le confiere por lo tanto un marcado carácter adipogénico. Como animales monogástricos que son, la composición lipídica de sus depósitos grasos está en gran parte determinada por la de su dieta. Esto tiene especial relevancia en su tasa de cebo, ya que el perfil de ácidos grasos de la carne será responsable en gran medida de las características organolépticas de los productos que se obtengan (aroma, sabor, jugosidad, etc.). Estas características organolépticas marcan las principales diferencias entre las tres calidades de pro-



Fuente: Dpto. Producción Animal
ETSIAM - UCO (E. De Pedro)

ductos derivados del cerdo ibérico existentes en el mercado (Bellota, Recebo ó Pienso), los cuales alcanzan precios diferenciados según su calidad.

Las diferencias en precio han provocado la necesidad de contar con controles basados en criterios objetivos que permitan reconocer y diferenciar las calidades comerciales. Entre estos criterios se encuentra la composición en ácidos grasos del tejido adiposo subcutáneo. Así, para que una partida de animales sea calificada en una determinada categoría comercial, los controles basados en el Contrato Tipo Homologado para la compraventa de cerdos ibéricos cebados con destino a su sacrificio, obligan a la existencia

de un peso determinado al inicio de la fase de engorde, a la necesidad de reposición en montanera de un número de arrobas fijado y asimismo a poseer unos niveles determinados de ácidos grasos. Estos criterios objetivos, junto con la variabilidad agroclimática que tanta incertidumbre crea en cuanto a la oferta anual de bellota y pasto existente en la dehesa, ha provocado el desarrollo de piensos compuestos, que tratan de simular el perfil de ácidos grasos existentes en la bellota.

En la actualidad, en nuestro país se están desarrollando numerosas líneas de investigación orientadas hacia la evaluación del régimen alimenticio empleado en productos magros del cerdo Ibérico, entre



los que destaca el lomo, pieza noble que constituye aproximadamente un X del valor de la canal. Particularmente, el Dpto. de Producción Animal de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y Montes (ETSIAM) de la Universidad de Córdoba (UCO), viene trabajando en diferentes proyectos de I+D basados en el uso de la tecnología NIRS (infrarrojo cercano), también denominada espectroscopia en el infrarrojo cercano (NIRS), para la evaluación de la calidad en diferentes productos agroalimentarios, entre ellos los productos derivados de cerdo Ibérico. (De Pedro et al., 1992, 1995, 1998, 2000, 2001; Hervas et al., 1994; Angulo, 1996 Martínez et al., 1998; García-Olmo et al., 1998, 1999, 2001; Benito, 2001; Pérez Marín, 2(X)1; Solís, 2001).

Fundamentalmente, la tecnología NIR se basa en la cuantificación de la energía absorbida por una muestra al incidir sobre ella una radiación de infrarrojo cercano (NIR). Esta energía absorbida es función, entre otros factores, de su composición y de la naturaleza de sus enlaces moleculares pre-

sentes en la muestra. Además de su rapidez en el análisis, dicha tecnología presenta otras ventajas como es su carácter no destructivo (la muestra se recupera tras su análisis), no usa reactivos químicos, posee una precisión y exactitud similar a la del método de referencia empleado y tiene un escaso coste de análisis por muestra. Todos estos aspectos positivos de la tecnología NIRS han provocado su rápida implantación en múltiples sectores de la industria agroalimentaria para el desarrollo de controles de calidad en diferentes etapas del proceso productivo.

El objetivo del presente estudio es el de evaluar la capacidad de la tecnología NIRS para diferenciar lomo fresco de cerdo Ibérico en función del régimen alimenticio empleado en la etapa de cebo.

MATERIAL Y MÉTODOS

• Material Experimental

El material experimental utilizado para el desarrollo del presente trabajo ha sido 59 cerdos sometidos a 4 tipos de regímenes alimenticios.

El primer colectivo o lote estaba constituido por 15 animales ibéricos puros que tuvieron un cebo completo en montanera, es decir, alimentados exclusivamente a base de bellotas y pasto (lote Bellota). El segundo lote estaba formado por 14 animales ibéricos puros, los cuales estuvieron durante 5 meses en montanera, de los que los 4 primeros se suplementaron con unas cantidades de pienso comprendidas entre 0,5–0,7 Kg por animal, aumentando hasta 2,75 Kg el último mes (lote Recebo). El tercer lote, lo constituían 15 animales, de los cuales unos eran ibéricos puros

y otros cruzados al 50%, con la raza Duroc Jersey (lote Pienso). Estos animales se alimentaron en todo su ciclo productivo con pienso comercial. El último lote, lo conformaban 15 animales cruzados al 50%, con la raza Duroc–Jersey igualmente acabados con pienso, pero en este caso un pienso de fabricación propia complementado con un núcleo de oleínas (lote Pienso Especial).

Una vez sacrificados los animales y despiezadas las canales, se procedió a la obtención de los lomos. Las muestras a analizar consistían en una loncha de unos 2 cm de espesor tomada del centro del lomo fresco mediante dos cortes perpendiculares al mismo. En la Figura 2 se aprecia una de estas muestras dividida en 2 mitades. Estas muestras se envasaron individualmente, almacenándose en arcones congeladores a una temperatura de -20°C de forma constante hasta la realización de sus análisis.

• Material Instrumental

El equipo empleado para la obtención de espectros NIR ha sido un monocromador de espectro continuo Eoss NIRSystems 6500 SY1, equipado con módulo de giro, el cual realiza un barrido de longitudes de onda en un rango espectral comprendido entre 400 y 2500 nm, a intervalos de 2 nm. Este instrumento se encuentra ubicado en la Unidad de Espectroscopía NIR/MIR del Servicio Central de Apoyo a la Investigación de la UCO.

El modo de análisis empleado fue el de reflectancia, utilizando cápsulas circulares con cristal de cuarzo y diámetro 3,8 cm (Figura 3). Para la obtención del espectro NIR de cada muestra, se procedió a su



homogeneizado mediante una picadora de cuchilla horizontal. El llenado de cápsulas se realizó presentando especial atención a la colocación de un disco que encajaba perfectamente mediante una presión distribuida homogéneamente sobre toda la superficie del mismo, evitando la producción de burbujas de aire para que no interfirieran en el análisis. Con todo ello, la forma de presentación de muestra de lomo picado para la obtención de su espectro NIR se indica en la Figura 4. A modo de resumen, en la Figura 5 se recoge la sistemática desarrollada para la obtención de espectros NIR de cada muestra.

Mediante el programa ISI ver. 4.0 se recogieron dos espectros de cada muestra, obteniendo de este modo 30 espectros para cada uno de los colectivos de Bellota, Pienso y Pienso Especial, y 28 espectros para el colectivo de Recebo.

• Modelos de Clasificación

Se generaron diferentes modelos de clasificación multivariantes a partir de la información espectral NIR y la información de campo acerca del régimen alimenticio de cada lote. Estos modelos de clasificación fueron generados mediante 2 tipos diferentes de análisis de clasificación: análisis discriminante lineal (ADL) y análisis discriminante basado en una regresión por mínimos cuadrados parciales (AD-PLS2).

En el diseño de un modelo discriminante, los distintos colectivos de muestras deben dividirse en un colectivo de aprendizaje, con características perfectamente conocidas, siendo en este caso la alimentación recibida en fase de cebo la variable diferenciadora. Los modelos generados han de validarse a partir de espectros que no hayan participado en la generación de los modelos, denominándose por ello colectivo de validación.

Para el desarrollo de los modelos de clasificación se utilizaron 60

espectros procedentes de muestras de los lotes Bellota, Recebo y Pienso. Este grupo de espectros constituyó el denominado colectivo de aprendizaje del modelo. Dichos espectros se seleccionaron mediante la opción Select Samples From Spectra File del programa WinISI ver. 1.04, algoritmo que permite seleccionar a partir de información espectral aquellas muestras más representativas de la variabilidad existente en una determinada población espectral.

El resto de espectros pertenecientes a estos grupos (10 del lote Bellota, 10 del lote Pienso y 8 del lote Recebo), se destinaron para la realización de la validación de los modelos generados (colectivo de validación A). Los 30 espectros obtenidos a partir de las 15 muestras del lote Pienso Especial se mediaron y se emplearon para validar los modelos generados (colectivo de validación B).

El análisis discriminante lineal (ADL) realiza una discriminación entre grupos determinando la combinación entre las variables consideradas que minimice la variabilidad existente dentro de cada grupo y maximice la variabilidad existente entre los distintos grupos que conforman el modelo a diseñar. Dicho análisis se desarrolló mediante el programa WinDISCRIM ver. 3.0. Este programa emplea la determinación de la distancia de Mahalanobis de una muestra a cada uno de los grupos como algoritmo matemático discriminatorio. Así, una muestra pertenece a una categoría si presenta el menor valor de la distancia en dicho grupo. En este tipo de análisis de clasificación, una muestra tan solo podrá resultar clasificada en un único grupo.

Como etapa previa al análisis discriminante ADI. se realizó un análisis de componentes principales de los datos espectrales mediante el cual se elimina la información redundante, y se obtienen unas pocas nuevas variables, combinación lineal de las variables espectrales originales, lo que facilita el cálculo de distancias espectrales.

El análisis discriminante AD-PLS2 emplea como algoritmo matemático discriminatorio una regresión mediante mínimos cuadrados parciales. Con este algoritmo se consiguen unas nuevas variables discriminatorias que son combinación lineal de las variables iniciales. Así, cada muestra toma un valor en cada una de las nuevas variables discriminatorias entre 1 y 2. Si una muestra presenta un valor cercano a 1, indica que no estaría clasificada en dicha clase mientras que si el valor es próximo a 2, la muestra pertenecería a dicha clase. Como valor límite de la variable discriminatoria para considerar a una muestra como perteneciente o no a un determinado

Tabla 1. Resultados de la clasificación del grupo de aprendizaje obtenida a partir de espectros brutos y corregidos con análisis ADL.

Pretratamiento	GRUPO ORIGEN	GRUPO ASIGNADO		
		Bellota	Recebo	Pienso
Espectros brutos	Bellota	19	1	-
	Recebo	1	19	-
	Pienso	-	-	20
Espectros corregidos	Bellota	19	1	-
	Recebo	-	20	-
	Pienso	-	-	20

lote se ha considerado un valor de 1,5 (Downey y col., 2000).

Para la generación de modelos a partir de los análisis ADL y AD-PLS2 se han considerado tanto los espectros originales sin ningún tipo de corrección (espectros brutos) como sometidos a un pretratamiento matemático de los datos espectrales de corrección de la radiación difusa y derivación (espectros corregidos).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

• Análisis Discriminante Lineal (ADL)

Como se ha comentado en Material y Métodos, se han desarrollado modelos a partir de espectros con diferente pretrata-

miento (espectros brutos y espectros corregidos), exponiéndose en la Tabla 1 las matrices de clasificación resultantes del desarrollo de cada modelo con diferente pretratamiento espectral.

De la observación de esta tabla se aprecia como se obtiene un elevado porcentaje de espectros correctamente clasificados, si bien destacaría aún más el modelo obtenido a partir de espectros corregidos, ya que únicamente asigna un espectro del lote Bellota en Recebo, mientras que el modelo obtenido a partir del espectro bruto asigna al colectivo de Bellota otro que originariamente procedía del grupo Recebo. El espectro clasificado en la categoría Recebo que pertenece al grupo Bellota es coincidente para ambos modelos y pertenece a la muestra 3.

Al representar gráficamente los diferentes espectros en el nuevo espacio definido por las dos primeras variables discriminantes, se obtienen los resultados que se observan en la Figura 6.

Se aprecian claramente las regiones que ocupan cada lote en el plano, así como los espectros que han sido mal clasificados. Destaca con mayor claridad el espectro del lote Recebo (A) que se incluye en la categoría Bellota en el modelo generado a partir del espectro bruto y del espectro del lote Bellota

(pasa a la pág. 42)



Fuente: Dpto. Producción Animal
ETSIAM - UCO (E. De Pedro)

Tabla 2. Resultados de la clasificación del colectivo de validación A empleando modelos desarrollados mediante análisis ADL.

Pretratamiento	GRUPO ORIGEN	GRUPO ASIGNADO		
		Bellota	Recebo	Pienso
Espectros brutos	Bellota	8	1	1
	Recebo	2	6	-
	Pienso	-	2	8
Espectros corregidos	Bellota	9	1	-
	Recebo	0	8	0
	Pienso	0	0	10

(B) que se incluye muy próximo a la media del colectivo de Recebo en el modelo determinado a partir de espectros corregidos.

En el caso del espectro del lote Bellota (C) que se ha considerado mal clasificado en el modelo del espectro bruto, asignándole el grupo de Recebo, se puede apreciar gráficamente como la distancia al centro de ambos colectivos es prácticamente la misma. Así, en los resultados aportados por el modelo obtenido con espectros brutos, se obtuvo que la distancia de Mahalanobis a su colectivo (Bellota) es de 10,55 y al colectivo de Recebo de 10,52. Dado este menor valor en el colectivo de Recebo, se incluiría dentro del mismo. Este mismo espectro, cuando se clasifica por el modelo desarrollado a partir de espectros corregidos, posee una distancia de 16,54 al colectivo Bellota y 6 al de Recebo, lo que indicaría que posiblemente posea unas características físico-químicas que lo hagan más similar al grupo Recebo, y que son rescatadas en la información espectroscópica, una vez sometida ésta a derivación y corrección del fenómeno de radiación dispersa.

Posteriormente se procedió a la validación de estos modelos generados mediante análisis ADL con el colectivo de validación A, obteniendo los resultados de clasificac-

cion que se muestra en la Tabla 2

Corno se observa en dicha tabla, existe una mayor diferencia entre los modelos generados a partir de espectros brutos y de espectros corregidos. Así, al emplear en la validación los espectros brutos, un 21% de ellos han sido erróneamente clasificados, mientras que este porcentaje ha disminuido al 4% cuando se evalúa con modelos generados con espectros corregidos.

Existe un espectro que, perteneciendo al colectivo Bellota, lo incluye el modelo generado con el espectro bruto en la categoría Pienso. Observando las distancias de Mahalanobis de este espectro al centro de los grupos, se aprecia cómo presenta una distancia a su grupo (Bellota) de 26,2, y en el que ha sido clasificado (Pienso) de 22,56, levemente inferior.

Por el contrario es correctamente asignado a su grupo dicho espectro en el modelo generado a partir de espectros corregidos, donde posee una distancia de 15,75 a su grupo, y unas distancias de 22,76 y 25,91 a los grupos Recebo y Pienso respectivamente.

Los resultados de clasificación obtenidos con el modelo que usa datos corregidos coincide con la información de campo.

Por último, como se indicó en Material y Métodos, se llevó a cabo una validación con un colectivo de espectros de 15 muestras procedentes de animales alimentados con un pienso especial que contenía oleínas (colectivo de validación B). La clasificación obtenida en esta validación, se puede observar en la Tabla 3.

Nuevamente se puede observar como mejoran los resultados de clasificación cuando se emplean espectros corregidos para la generación del modelo, ya que de todas las muestras que constituyen el grupo Pienso Especial, el 87% han sido correctamente clasificadas cuando se ha validado con el modelo obtenido a partir del espectro bruto, y el porcentaje de aciertos se eleva al 94% cuando se emplean los espectros corregidos. La única muestra mal clasificada (número 2) en la evaluación del modelo obtenido con espectros corregidos también se presenta como tal en el modelo obtenido a partir del espectro bruto. En cualquier caso, dicha muestra presenta el mayor valor de la distancia de Mahalanobis en el grupo de Bellota, siendo por ello este grupo el más distante de dicha muestra.

• Análisis Discriminante basado en regresiones por mínimos cuadrados parciales (AD-PLS2)

Tabla 3. Resultados de la clasificación del colectivo de validación B empleando modelos desarrollados mediante análisis ADL.

Pretratamiento	GRUPO ORIGEN	GRUPO ASIGNADO		
		Bellota	Recebo	Pienso
Espectros brutos	Pienso Especial	-	2	13
Espectros corregidos	Pienso Especial	-	1	14

Al igual que en el apartado anterior, para la obtención de modelos AD-PLS2 se han empleado tanto los espectros brutos como los espectros corregidos con un pretratamiento matemático de corrección de la radiación dispersa y derivación.

Los resultados obtenidos tras la reclasificación de las muestras del colectivo de aprendizaje fueron excelentes, ya que el 100 de los espectros para ambos modelos fueron clasificados correctamente.

El modelo obtenido a partir de espectros brutos admite un espectro del lote Bellota como perteneciente también a la categoría Recebo por superar en este grupo el valor límite de la variable discriminatoria (1,5). Sin embargo, dicho espectro posee el valor más elevado de dicha variable en su grupo original (1,79), frente al valor de 1,51 que alcanza en la categoría Recebo. Por ello, al realizar la clasificación de dicha muestra se encontraría correctamente asignada en su grupo (Bellota).

Tabla 4. Resultados de la clasificación del colectivo de validación B empleando modelos desarrollados mediante análisis AD-PLS2.

Pretratamiento	GRUPO ORIGEN	GRUPO ASIGNADO		
		Bellota	Recebo	Pienso
Espectros brutos	Pienso Especial	-	3	1 2
Espectros	Pienso Especial	-	2	1 3

Esta particularidad, dentro del mismo modelo, la presenta otro espectro que se clasifica también en Recebo (1,54), perteneciendo originariamente al lote Pienso, donde toma el valor más alto de la variable discriminatoria (1,61). Cuando se desarrolló el modelo a partir de espectros corregidos, el 100% , de ellos son reconocidos única y exclusivamente en sus grupos originales.

En la Figura 7 se aprecia la distribución espacial (en función de los tres primeros factores PLS) de los resultados obtenidos para ambos modelos de clasificación.

En dicha figura se observa cómo los grupos que han participado en el diseño del modelo ocupan tres

regiones del espacio claramente definidas. Ningún espectro se clasificó en otro grupo distinto al suyo para ninguno de los dos modelos.

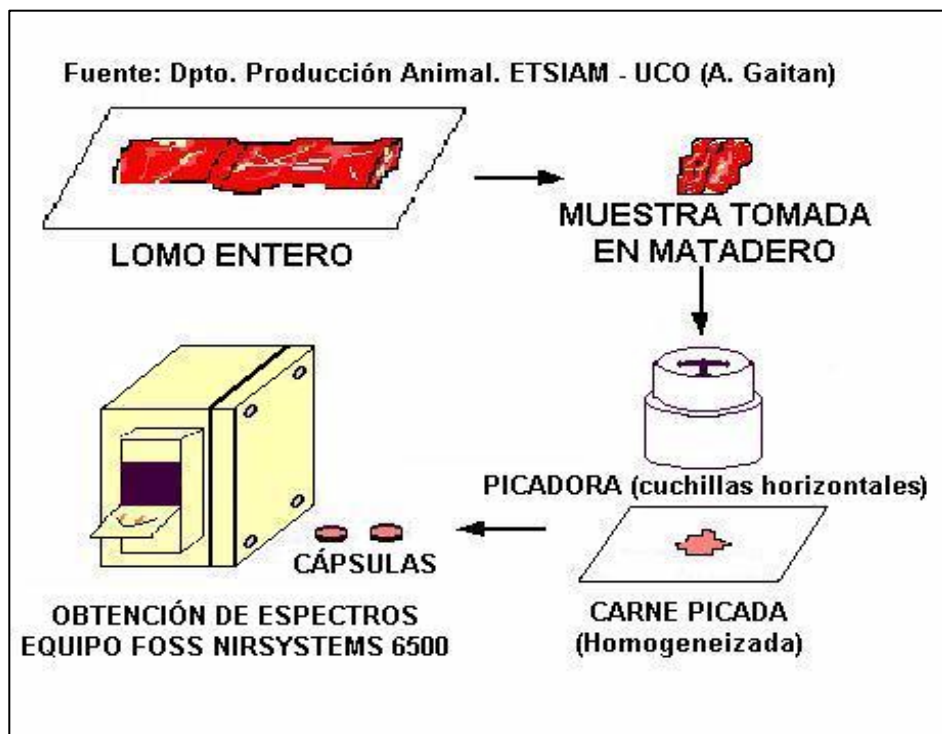
Cuando se validan los modelos con el colectivo de validación A, de nuevo se clasifican correctamente el 100% de los espectros, tanto para el modelo obtenido a partir de espectros brutos como con el obtenido a partir de espectros corregidos.

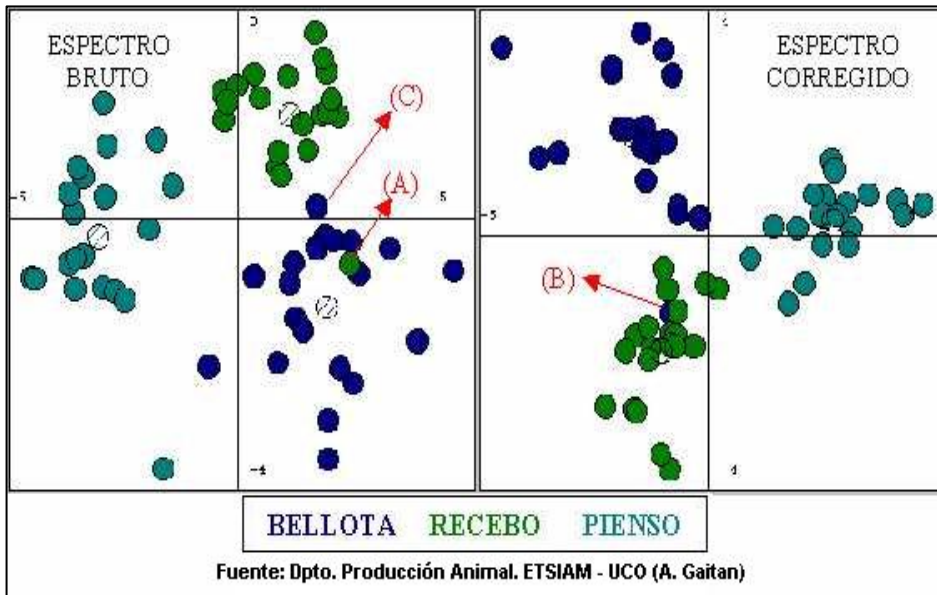
Finalmente, se procedió a la evaluación de los modelos mediante los espectros incluidos en el lote Pienso Especial (colectivo de validación 13). Los resultados de dicha validación se incluyen en la Tabla 4.

Como se observa en dicha tabla, en ambos modelos ninguna muestra del lote Pienso Especial resulta clasificada en la categoría Bellota, clasificándose correctamente un 80% y 87% de las muestras según se obtenga el modelo a partir de espectros brutos o de espectros corregidos.

De las muestras erróneamente clasificadas hay que destacar dos de ellas. Una se presenta claramente mal clasificada por ambos modelos, ya que sólo supera el valor límite de la variable discriminatoria (1,5) en la categoría Recebo. La otra muestra supera, tanto para la categoría Recebo como Pienso, el valor límite de 1,5. Sin embargo, los valores de la variable discriminatoria en la categoría Recebo fueron 1,78 y 1,79

(pasa a la pág. 46)





según se clasificase por el modelo obtenido a partir de espectros brutos o corregidos, mientras que los de la categoría Pienso fueron de 1,42 v 1,63 respectivamente. Esto podrá explicar que dicha muestra se clasifique en la categoría Recebo v no en Pienso.

Efectuando un seguimiento a las muestras que han presentado cierta particularidad de forma repetitiva en los dos tipos de análisis empleados, se aprecia como la muestra número 2 del lote Pienso Especial ha sido clasificada en el grupo Recebo por los modelos desarrollados por ambos tipos de análisis discriminantes (ADL y AD-PLS2) independientemente de que se utilicen datos espectroscópicos brutos o corregidos. Por lo tanto, los espectros de esta muestra estarían indicando unas características físico-químicas singulares que la hacen incluirse en esta categoría y no en su categoría de origen (Pienso Especial).

Los modelos desarrollados mediante ambos tipos de análisis discriminante (ADL y AD-PLS2) también consideran que la muestra número 5 del colectivo Pienso

Especial debería incluirse igualmente en el grupo de Recebo, si bien los valores alcanzados por la variable discriminatoria son más próximos entre ellos que en el caso de la muestra anterior.

A pesar de que no es posible una comparación absoluta entre los dos tipos de análisis discriminantes empleados, ya que emplean diferentes criterios de clasificación en la obtención de los modelos, se han obtenido mejores resultados en la validación realizada utilizando el colectivo A con el análisis AD-PLS2. Sin embargo, al validar el colectivo 13, los errores de clasifi-

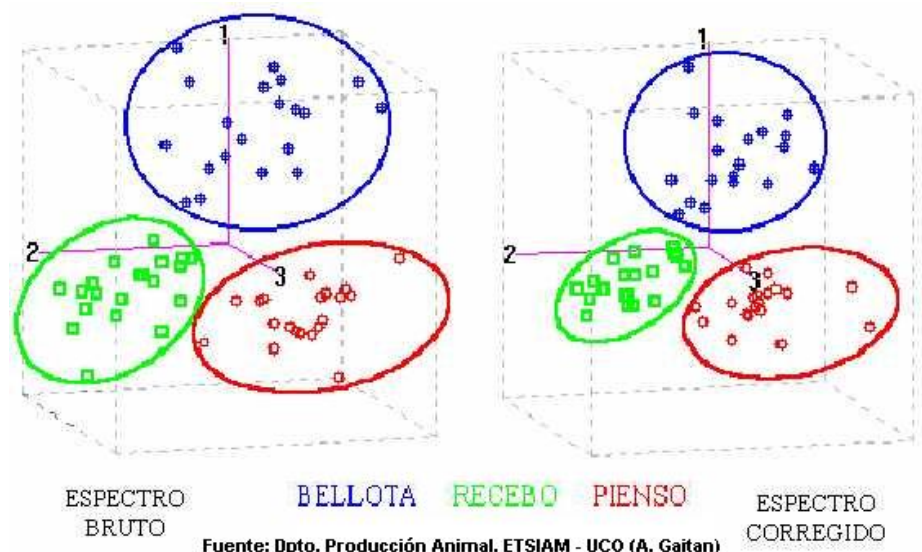
cación son ligeramente inferiores al emplear los modelos desarrollados mediante análisis ADL.

Los mejores resultados de clasificación se han obtenido siempre cuando los modelos han sido generados a partir de datos espectrales corregidos con un pretratamiento matemático de corrección sobre el espectro del efecto conocido como "Scatter" o radiación dispersa y derivación.

CONCLUSIONES Y ACTUACIONES FUTURAS

De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio de viabilidad, el desarrollo de modelos multivariantes basados en la información espectral NIR de muestras de lomo fresco de cerdo Ibérico, permite diferenciar el régimen de alimentación al que han estado sometidos dichos animales en su etapa final de engorde.

Por ello, la tecnología NIRS se presenta como una importante herramienta para evaluar no sólo componentes físico-químicos de productos de cerdo Ibérico, expuesto en otros trabajos, sino



también otras características diferenciadoras de la calidad de estos productos, originadas por el régimen de alimentación empleado.

Para una aplicación práctica en el sector, estos modelos se deben ampliar con un mayor número de muestras, procedentes de lotes sometidos a otros regímenes alimenticios diferentes a los empleados en este estudio de viabilidad.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo ha sido realizado en el marco del proyecto FEDER-CICYT (ID-1FD-1997-0990).

Igualmente se expresa su agradecimiento a la Sdad. Coop. And. Ganadera del Valle de los Pedroches (COVAP) y a Sánchez Romero Carvajal (SRC) por haber proporcionado el material experimental para el desarrollo de este trabajo.

Al Servicio Central de Apoyo a la Investigación en la Unidad de Espectroscopia NIR-MIR de la Universidad de Córdoba, por poner a nuestra disposición su material e instalaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Angulo, M.F., 1996. Comparación de técnicas analíticas para la determinación de la composición química de lomo fresco y lomo curado de cerdo Ibérico. Trabajo Profesional Fin de Carrera. ETSIAM. Universidad de Córdoba.
- 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.
- De Pedro E.J. y García Olmo J., 2000. Quality index for an objective classification of Iberian pig carcasses. *Embrapa Suinos e Aves. Documents*, 69: 121-140.
- De Pedro E.J., 1998. Técnicas analíticas rápidas para el control de calidad de carnes de cerdo Ibérico. I Jornadas de modernización de las explotaciones de cerdo Ibérico. Zafra. FEAGAS, 14: 68-73.
- De Pedro E.J., 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. MundiPrensa. Madrid.
- De Pedro E.J., Garrido A., Bares I., Casillas M. y Murray I., 1992. Application of near infrared spectroscopy for quality control of Iberian pork industry. In "Near infrared spectroscopy Bridging the Gap between Data Analysis and NIR Applications": pp345-348. Edtrs. Hildrum, K.I., Isaksson, T., Naes, T. and Tandberg, A.. Edita: Ellis Horwood. New York.
- De Pedro E.J., Garrido A., Lobo A., Dardene P. y Murray I., 1995. Objective classification of Iberian pig carcasses: GC y NIRS. En "Leaping ahead with near infrared spectroscopy". pp 291-295. Edtrs G.D. Baten, P.C. Flinn L.A. Welsh and A.B. Blakeney. Australia.
- Downey, G., McElhinney, J. y Fearn, T., 2000. Species Identification in Selected Raw Homogenized Meats by Reflectance Spectroscopy in the NIR-Infrared and Visible Ranges. *Applied Spectroscopy*. 54 (6): 894-899.
- García Olmo J., De Pedro E., Benito R., y Garrido A., 2001. Análisis cualitativo de grasa de cerdo Ibérico mediante espectroscopia NIR para la evaluación de la alimentación en la etapa de cebo. *ITEA 22 (2)*: 604-606.
- García Olmo J., De Pedro E.J. y Garrido A., 1998. Methodological aspects on NIRS analysis of Iberian pig fat using intertance-reflectance fiber optic mode. *Journal of Near Infrared Spectroscopy*, 6: 307-312.
- García Olmo J., De Pedro E.J. 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.
- Hervas C., Garrido A., Lucena B., García N., y De Pedro E.J., 1994. Near infra red spectroscopy of Iberian pig carcasses using an artificial neural network. *Journal of Near Infrared Spectroscopy*. Vol. 2: 177-184.
- Martínez M.L., Garrido A., De Pedro E.J. y Sánchez L., 1998. Effect of sample heterogeneity on NIR meat analysis: the use of the RMS statistic. *Journal of Near Infrared Spectroscopy*, 6: 313-320.
- Pérez-Marín M.D., De Pedro E.J., García Olmo J., y Garrido A., 2001. Análisis NIRS de grasa de cerdo Ibérico: Efectos del fichero repetibilidad. *ITEA 22 (2)*: 610-612.
- Solís 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