

## **APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA NIRS PARA ESTIMAR PARÁMETROS QUÍMICOS INDICATIVOS DE LA CALIDAD DE LA CARNE DE VACUNO**

N. Prieto, S. Andrés, P. Lavín, F.J. Giráldez y A.R. Mantecón  
Estación Agrícola Experimental. CSIC. Apdo. 788. 24080. León

### **INTRODUCCIÓN**

Las crisis alimentarias que han tenido lugar en los últimos años han provocado una gran preocupación por la seguridad de los productos de origen animal destinados al consumo humano. Asimismo, cada vez es mayor la población que demanda, además, información sobre las características físico-químicas, indicadores de la calidad sensorial y nutritiva, de los productos que consume. Esto ha repercutido en un aumento del control de los productos con el fin de asegurar la trazabilidad y calidad de los productos de origen animal en general y de la carne en particular.

Las normativas legales definen una serie de métodos para este tipo de análisis que, en general, requieren demasiado tiempo para su determinación, así como material y reactivos específicos que encarecen y complican el proceso (Calvo *et al.*, 1997). Por todo ello, es necesario buscar procedimientos alternativos que subsanen estas deficiencias. En este sentido, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la capacidad predictiva de la tecnología NIRS para estimar parámetros químicos de la carne de bueyes y terneros.

### **MATERIAL Y MÉTODOS**

En el presente estudio se emplearon muestras de carne procedentes de un total de 53 bueyes y 67 terneros, pertenecientes ambos tipos de animales a la marca de calidad "Valles del Esla".

Una vez sacrificados dichos animales, las canales se mantuvieron en refrigeración a 2 ° C durante 3 días en el caso de los terneros, y durante 7 en el de los bueyes. Transcurrido este periodo de tiempo, de la media canal izquierda se extrajeron las chuletas correspondientes a la región comprendida entre la 5ª y 7ª costilla. El músculo *longissimus thoracis* de la chuleta correspondiente a la 6ª costilla se picó y a continuación se recogió el espectro de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIR). Para ello se empleó un espectrofotómetro InfraAlyzer 500 (Bran+Luebbe GmbH, Norderstedt, Germany) utilizando cápsulas circulares abiertas. Las muestras se irradiaron con luz IR a longitudes de onda comprendidas entre los 1100 y 2500 nm, con el fin de obtener una medida de absorbancia cada 2 nm. De cada muestra se recogieron 4 espectros, empleándose para las calibraciones el promedio de los mismos. Una vez recogidos los espectros NIR, las muestras de carne se liofilizaron para determinar el contenido de materia seca (MS). Sobre la muestra seca, una vez molida, se determinaron los contenidos de proteína bruta (PB), grasa bruta (GB), energía bruta (EB) y cenizas, siguiendo la metodología propuesta por la AOAC (2003), así como el contenido de mioglobina, según Hornsey (1956).

Con el fin de seleccionar, a partir de los datos de absorbancia de los espectros NIR, un conjunto de muestras de carne representativo de la población total, se utilizaron los programas CENTER y SELECT contenidos en el software NIRS2 versión 4.0 (Infrasoft International, Port Matilda, PA, USA). Los espectros de las muestras seleccionadas se utilizaron para estimar las ecuaciones de predicción

de los parámetros de interés con el programa *SESAME* versión 1, proporcionado por Bran+Luebbe®. Previamente se aplicaron distintos tratamientos matemáticos de los espectros [(derivadas con diferentes tamaños de gap y segmento de suavizado, con y sin la utilización previa de la transformación MSC (Multiplicative Scatter Correction)] con el fin de optimizar la extracción de información útil a partir de ellos. Las ecuaciones se obtuvieron mediante regresión sobre mínimos cuadrados parciales tipo I (RMCP 1) y finalmente se validaron con las muestras restantes. En este trabajo sólo se presentan los estadísticos de las ecuaciones de predicción que tuvieron los errores estándar de predicción (EEP) más bajos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se presentan los datos de composición química de las muestras de carne empleadas para la obtención y validación de las ecuaciones de predicción.

**Tabla 1. Rango, media y desviación estándar de las muestras de carne empleadas en la calibración y validación**

Parámetro	Muestras de calibración				Muestras de validación			
	n <sub>c</sub>	Rango	Media	DE	n <sub>v</sub>	Rango	Media	DE
PB (g/kg MS)	63	589 – 900	772	88,1	54	636 – 893	820	64,2
GB (g/kg MS)	63	39 – 360	162	87,3	54	35 – 284	110	66,0
EB (Mcal/kg MS)	63	5,4 – 6,9	6,0	0,37	54	5,4 – 6,5	5,8	0,28
Cenizas (g/kg MS)	63	34 – 58	43	4,9	54	32 – 57	44	4,2
MS (g/kg)	55	240 – 331	287	25,5	47	245 – 325	270	20,8
Mioglobina (g/kg)	62	3,0 – 10,4	6,0	1,92	51	3,1 – 8,4	5,2	1,55

DE: desviación estándar n<sub>c</sub>, n<sub>v</sub>: número de muestras de calibración y validación, respectivamente

En la tabla 2 pueden observarse los estadísticos correspondientes a las mejores ecuaciones de predicción de la composición química.

**Tabla 2. Estadísticos de calibración y validación de las ecuaciones de predicción desarrolladas a partir de los espectros NIR de las muestras de *longissimus thoracis***

Parámetro	Tratamiento	p	CALIBRACIÓN			VALIDACIÓN		
			EEC	R <sup>2</sup>	EE <sub>vc</sub>	1-VR	EEP	RPD
PB (g/kg MS)	2,5,5	4	20,90	0,947	22,16	0,903	20,77	3,09
GB(g/kg MS)	MSC+2,5,5	4	14,89	0,972	15,93	0,960	13,54	4,87
EB (Mcal/kg MS)	MSC	4	0,13	0,887	0,14	0,936	0,07	3,99
Cenizas (g/kg MS)	MSC+2,15,5	5	3,94	0,412	4,18	0,477	3,05	1,36
MS (g/kg)	Absorbancia	7	5,33	0,962	6,15	0,923	5,71	3,63
Mioglobina (g/kg)	1,15,5	9	0,74	0,872	1,01	0,838	0,62	2,51

MSC: Multiplicative Scatter Correction; p: número de términos en la ecuación; EEC: error estándar de calibración; R<sup>2</sup>: coeficiente de determinación; EE<sub>vc</sub>: error estándar de validación cruzada; 1-VR: coeficiente de determinación para el procedimiento de validación; EEP: error estándar de predicción; RPD: cociente entre la DE del grupo de validación y el EEP

En concordancia con los resultados obtenidos por otros autores (Oliván *et al.*, 2001; Solís *et al.*, 2001), las ecuaciones de predicción del contenido de PB, GB, EB y MS presentaron valores de R<sup>2</sup> y RPD superiores a 0,88 y 3, respectivamente.

En cuanto a la estimación del contenido de mioglobina, el estadístico RPD apenas superó el valor de 2,5 establecido por Williams y Sobering (1993) para considerar aceptable la capacidad predictiva de una ecuación. La peor predicción de

este parámetro, en comparación con los anteriormente mencionados, probablemente guarde relación con la menor precisión de la técnica de referencia.

En lo referente al contenido de cenizas, como cabría esperar, la tecnología NIRS no permitió obtener estimaciones con una exactitud aceptable ( $R^2 = 0,41$ , RPD = 1,36). Estos resultados coinciden con los señalados en estudios previos (Alomar *et al.*, 2003), y son debidos, fundamentalmente, a que los minerales no absorben radiación en el infrarrojo cercano (Shenk y Westerhaus, 1995).

A partir de estos resultados, podemos concluir que la tecnología NIRS permitió estimar, con gran exactitud, el contenido de PB, GB, EB y MS presente en muestras de carne de bueyes y terneros. En cuanto al contenido de mioglobina, la tecnología NIRS no permitió obtener estimaciones tan exactas como con el resto de parámetros, sin embargo, sí que aportó valores aproximados que podrían ser útiles en monitorizaciones de calidad o controles en línea. Finalmente cabe destacar que este procedimiento analítico no resultó adecuado para estimar el contenido de cenizas de las muestras de carne estudiadas.

### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado como parte del contrato de investigación entre el CSIC y la empresa "Núcleo de Explotaciones Agropecuarias de León, NEAL, S.A." (Proyecto CDTI nº 03-0347). N. Prieto disfrutó de una beca predoctoral del CSIC - UNIDADES ASOCIADAS UNIVERSIDADES.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**AOAC** (2003). Official Methods of Analysis, 17<sup>th</sup> Edition. AOAC International, Gaithersburg, Maryland, USA.

**Alomar, D.; Gallo, C.; Castañeda, M. and Fuchslocher, R.** (2003). Chemical and discriminant analysis of bovine meat by near infrared reflectance spectroscopy (NIRS). *Meat Science* **63**: 441-450.

**Calvo, C.; López, M.; Sánchez, B.; Dios, A. y Sánchez L.** (1997). Predicción de las características de composición de la carne de ovino gallego mediante espectroscopía infrarroja cercana. *ITEA* **18** (2): 658-660.

**Hornsey, H.C.** (1956). The colour of cooked cured pork. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **7** (8): 534-540.

**Oliván, M.; de la Roza, B.; Martínez, M.J. y Mocha, M.** (2001). Predicción de la composición química y el contenido de pigmentos de la carne de vacuno por transmitancia en el infrarrojo cercano. *ITEA* **22** (2): 601-603.

**Shenk, J. and Westerhaus, M.** (1995). The application of near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) to forage analysis. In: *Forage Quality, Evaluation and Utilization* (Eds: Fahey, G.C.Jr.; Mosser, L.E.; Mertens, D.R. and Collins, M.): pp. 406-449. American Society of Agronomy, Inc., Crop Science Society of America, Inc., Soil Science Society of America, Inc., Madison, Wisconsin, Estados Unidos.

**Solís, M.; de Pedro, E.; Garrido, A.; Silió, J.G.L.; Rodríguez, C. y Rodríguez, J.** (2001). Evaluación de la composición del lomo de cerdo ibérico mediante la tecnología NIR. *ITEA* **22** (2): 613-615.

**Williams, P.C. and Sobering, D.C.** (1993). Comparison of commercial near infrared transmittance and reflectance instruments for analysis of whole grains and seeds. *Journal of Near Infrared Spectroscopy* **1**: 25-32.