

## PREDICCIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA, TEXTURA Y CALIDAD SENSORIAL DE CARNE DE TERNEROS POR NIRS

Ripoll, G<sup>1</sup>., Albertí, P<sup>1</sup>., Panea B<sup>1</sup>., Olleta J.L.<sup>2</sup>., Muela E.<sup>2</sup>., Sañudo C<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón, Apdo.727, 50080, Zaragoza [palberti@aragob.es](mailto:palberti@aragob.es)

<sup>2</sup>Facultad de Veterinaria, Miguel Servet, 177, 50013 Zaragoza

### INTRODUCCIÓN

La utilización del procedimiento de la reflectancia en el infrarrojo cercano como medida instantánea y no destructiva se viene utilizando ampliamente en vegetales. Igualmente, se ha desarrollado en la predicción de la composición química de la carne y se está aplicando en la industria de elaborados del porcino. La valoración instrumental y sensorial de la carne de bovino implica un elevado coste debido a la necesidad de empleo del gran volumen de muestra experimental y de un músculo de primera categoría comercial como es el *longissimus dorsi*. Se necesita, además, emplear equipos caros y técnicas laboriosas que valoren la textura y paneles de evaluadores entrenados realizando varias sesiones de cata para describir sus cualidades sensoriales. Por todo ello, sería de gran interés poder emplear esta técnica del NIRS para obtener ecuaciones de predicción de las características del producto, no sólo químicas sino también instrumentales y sensoriales.

Por ello, el objetivo de este trabajo fue obtener ecuaciones de predicción de la calidad instrumental y sensorial de la carne de terneros.

### MATERIAL Y MÉTODOS

Para el desarrollo de las ecuaciones de predicción mediante la técnica NIRS se han utilizado y analizado un total de 291 muestras de carne de terneros procedentes de diversas razas bovinas y cruces de las mismas, a distintos pesos al sacrificio, consiguiendo una población muestral representativa y útil para la posterior utilización de dichas ecuaciones. Todas las muestras procedían de la media canal izquierda de terneros de los que se conocía su raza, sexo, dieta de cebo, y el peso, conformación y engrasamiento de la canal. De la media canal izquierda, a las 24 horas del sacrificio, se tomó una muestra de *longissimus thoracis*, entre la 6ª y la 10ª costilla, que fue cortada en varios filetes para su análisis químico (humedad, cenizas, proteína y grasa intramuscular) siguiendo el método AOAC (1996), análisis instrumental (pérdida de jugo por presión, mioglobina) análisis de textura, con el aparato Instron modelo 5543 (WB con carne madurada 1, 7 y 21 días y célula INRA carne cruda), y análisis sensorial con 11 panelistas entrenados.

La muestra destinada a la lectura por el espectroscopio fue descongelada totalmente durante 24 horas a 6°C y una hora antes de la lectura permaneció a temperatura ambiente (Alomar *et al.*, 2003; Hildrum *et al.*, 1994). Se eliminó la grasa intermuscular del lomo y tras un picado homogéneo, se introdujo en dos cápsulas cilíndricas de 35 mm de diámetro y 10 mm de profundidad, de cristal de cuarzo.

Se utilizó un monocromador FOSS NIRSystem 6500, para realizar la lectura de la reflectancia (R) en el rango de 400 y 2500 nm cada 2 nm, recogiendo 1050 valores para cada espectro. Se guardó el espectro como el log (1/R). La energía reflejada fue referenciada a las correspondientes lecturas de un disco cerámico

(reference offset,  $\log(1/R)=0,09691$ ). El espectro de cada cápsula fue el promedio de 32 lecturas sucesivas, y ambos fueron promediados para producir uno solo para cada canal, siempre que la diferencia entre espectros recogidos no superase un determinado límite (error estándar de la diferencia entre dos lecturas= $rms=1000$ ). La toma de espectros se realizó con el módulo "transport". La recogida de los datos espectrales y su análisis quimiométrico se realizó con el programa ISI-NIR2 v. 4.0. Tras los análisis espectrales pertinentes, y una vez realizados varios de los análisis de referencia se desecharon las muestras que presentaron espectros con "ruido" resultados anómalos o incompletos análisis instrumentales o sensoriales.

Las calibraciones fueron desarrolladas para cada constituyente probando varios tratamientos matemáticos (Alomar *et al.*, 2003), y opciones como las distintas derivadas del log (1/R), intervalos de toma de valores, suavizados y tratamientos matemáticos. El máximo número de términos utilizados fue 8 y para la validación cruzada se utilizaron un máximo de 6. Para la elección de la mejor ecuación se tomaron como referencia el mínimo error estándar de la validación cruzada y el mayor valor para el coeficiente de determinación de la validación cruzada.

En el Cuadro 1 se detallan los tratamientos matemáticos, opciones y correcciones utilizadas para el desarrollo de las ecuaciones. En las opciones se detalla, en este orden, el número de derivada usado sobre el espectro, el intervalo en nm en el cual se deriva, dos intervalos, en nm, en los cuales se "suaviza" el espectro para evitar la influencia de "ruido" en el mismo espectro, y si se ha usado la opción *–downweight outliers–*. Como tratamientos se encuentran el PLSm, una modificación de los mínimos cuadrados parciales y PCR, regresión por componentes principales.

El programa utilizado fue WINISI NIRSI II Project Manager v.1.04; Infracsoft International, LLC).

Cuadro 1. Tratamiento matemático y opciones seleccionadas para cada ecuación

	Corrección dispersión <sup>1</sup>	Opciones	Rango espectro	Tratamiento
Grasa	SNVD	1 <sup>a</sup> -8-8-2-no	1108-2492.8	PLSm
Humedad	Ninguna	1 <sup>a</sup> -20-20-2-no	1108-2492.8	PLSm
Proteína	SMSC	1 <sup>a</sup> -20-20-2-no	1108-2492.8	PCR
CRA	Ninguna	1 <sup>a</sup> -8-8-2-n	408-2492.8	PLSm
Mioglobina	Ninguna	1 <sup>a</sup> -8-8-2-n	408-2492.8	PLSm
Carga máx.	SNVD	1 <sup>a</sup> -22-22-4-n	1108-2492.8	PLSm
Esfuerzo 20 %	SNVD	1 <sup>a</sup> -20-20-2-no	1108-2492.8	PCR
Esfuerzo 80 %	SNVD	1 <sup>a</sup> -20-20-2-no	1108-2492.8	PCR
Terneza	Ninguna	1 <sup>a</sup> -8-8-2-no	1108-2492.8	PLSm
Jugosidad	SNVD	1 <sup>a</sup> -8-8-2-no	1108-2492.8	PLS
Ap. global	Ninguna	1 <sup>a</sup> -8-8-2-no	1108-2492.8	PLSm

<sup>1</sup> SNVD: Standard normal variance and detrend, SMSC: Standard multiple scatter correction.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se presentan los resultados de los estadísticos de las ecuaciones de predicción finales para cada variable. Las calibraciones con su coeficiente de determinación se han elegido de entre las realizadas en función del R<sup>2</sup> más alto y el mayor número de muestras utilizado sin empeorar la calidad de la ecuación.

Para la humedad y grasa se obtuvieron buenos resultados de predicción, sin embargo, los bajos coeficientes de las calibraciones para la proteína son coincidentes con los hallados en otros trabajos, (Oliván et al., 2001).

La CRA y la concentración de mioglobina dieron altos coeficientes de calibración. Los valores de calibración de las variables de textura y sensorial fueron dispares. Mientras la terneza, media de los tres días de maduración presentó un valor de calibración elevado  $R^2= 0,98$  el valor de esfuerzo 80%, relacionado con el tejido conjuntivo, o el esfuerzo 20%, relacionado con las fibras musculares tuvieron valores medios o bajos  $R^2<0,5$ , únicamente el valor de carga máxima presentó un  $R^2$  de 0,6. La predicción de jugosidad resultó mediocre en contraste con la CRA, y la de la apreciación global tampoco fue muy elevada.

Los valores de dureza instrumental suelen tener una correlación del orden del 0,5 con la valoración de terneza sensorial. Pero con la técnica NIRS se puede predecir su valor a pesar de que la calidad de la predicción de los componentes estructurales de la carne sea media.

Así pues la metodología NIRS ha permitido predecir la valoración de la terneza sensorial de la carne de terneros de categoría añojo, así como de otras variables que influyen en su calidad final. El valor medio de terneza de varios días de maduración dio mayor precisión a la predicción que usando los datos en distintas tandas, de forma separada.

Cuadro 2. Medias analíticas, estadísticos de la calibración, validación cruzada y validación.

	media $\pm$ s	n	SECV	$R^2_{vc}$	SEP	$R^2_v$
Grasa	1,4 $\pm$ 0,58	92	0,265	0,668	0,003	0,759
Humedad	74,7 $\pm$ 1,45	92	0,551	0,614	0,490	0,665
Proteína	21,7 $\pm$ 1,11	64	1,075	0,052	1,019	0,158
CRA	25,1 $\pm$ 2,36	86	3,398	0,301	1,338	0,892
Mioglobina	3,7 $\pm$ 0,62	86	0,495	0,691	0,26	<b>0,914</b>
Carga máx.	4,0 $\pm$ 0,70	146	1,088	0,247	0,805	0,592
Carga máx.	4,8 $\pm$ 1,52	98	1,013	0,401	1,058	0,743
Esfuerzo 20 %	8,4 $\pm$ 3,51	64	2,863	0,296	2,668	0,365
Esfuerzo 80 %	36,4 $\pm$ 10,67	64	6,939	0,315	6,238	0,432
Terneza 3 medias	5,8 $\pm$ 0,53	92	4,539	0,968	3,531	<b>0,981</b>
Jugosidad 3 medias	4,8 $\pm$ 0,31	92	4,067	0,264	3,802	0,362
Ap. global	4,7 $\pm$ 0,80	92	0,555	0,369	0,443	0,589

**Agradecimientos:** Este trabajo ha sido financiado por el proyecto MCYT-INIA RTA01-106, cofinanciado con fondos FEDER.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alomar D., Gallo C., Catañeda M., Fuchlocher R. 2003. Meat Science 63: 441-450
- Oliván M., de la Roza B., Martínez M.J., Mocha M. 2001 ITEA vol extra 22: 601-603.
- Hildrum K.I., Nilsen B.N., Mielnik M., Naes T. 1994. Meat Science 38: 67-80.