

## DETERMINACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS POR NIRS EN CARNE LIOFILIZADA DE 15 RAZAS BOVINAS EUROPEAS

Ripoll<sup>1</sup>, G., Failla<sup>2</sup>, S., Panea<sup>1</sup>, B., Hocquette<sup>3</sup>, J.F., Dunner<sup>4</sup>, S., Sañudo<sup>5</sup>, C., Olleta<sup>5</sup>, J.L., Christensen<sup>6</sup>, M., Ertbjerg<sup>7</sup>, P., Richardson<sup>8</sup>, I. Molto<sup>2</sup>, C.y Williams<sup>9</sup>, J.L.

<sup>1</sup>Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA). Instituto Agroalimentario de Aragón – IA2 (CITA-Universidad de Zaragoza). Avda. Montañana, 930, 50059, Zaragoza, Spain. <sup>2</sup>CREA, Research Centre for Animal Production and Aquaculture, 00015 Monterotondo, Italy. <sup>3</sup>INRA, VetAgro Sup, UMR1213, Unité de Recherches sur les Herbivores, Theix, Saint-Genès Champanelle F-63122, France. <sup>4</sup>Departamento de Producción Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad Complutense, 28040 Madrid, Spain. <sup>5</sup>Universidad de Zaragoza, Instituto Agroalimentario de Aragón – IA2 (CITA-Universidad de Zaragoza). 50013, Zaragoza, Spain. <sup>6</sup>Frontmtec Smørum A/S, Hassellunden 9, DK-2765 Smørum, Denmark. <sup>7</sup>Department of Food and Environmental Sciences, FI-00014 University of Helsinki, Finland. <sup>8</sup>Division of Farm Animal Science, University of Bristol, BS40 5DU, United Kingdom. <sup>9</sup>Davies Research Centre, School of Animal and Veterinary Sciences, University of Adelaide, Roseworthy, SA 5371, Australia. gripoll@aragon.es

### INTRODUCCIÓN

La espectroscopia en el infrarrojo cercano ha sido utilizada desde hace años en la industria debido a sus reconocidas ventajas como: rapidez, precisión y que no consume reactivos químicos. Su aplicación más importante ha sido la determinación de la composición de materias primas en la industria agroalimentaria. Por ejemplo, la industria cárnica usa esta tecnología para analizar la carne (Olivan et al., 2002; Prieto et al., 2006; Ripoll et al., 2008, 2018). Sin embargo, las calibraciones NIR pueden fallar cuando la sustancia a determinar está contenida en una matriz con gran porcentaje de agua, porque la absorción de las longitudes infrarrojas por parte de dicha agua es muy grande (Núñez-Sánchez et al. 2008). Así pues, eliminarla antes de la recogida del espectro puede mejorar la cuantificación de ciertas sustancias (Coppa et al., 2010; Meurens et al, 1987; Núñez-Sánchez et al., 2008; Ripoll et al., 2015). El objetivo de este trabajo es evaluar la capacidad de la espectroscopia NIR para estimar el perfil de ácidos grasos de carne liofilizada de 15 razas bovinas.

### MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 436 añejos de 15 razas europeas se cebaron con pienso comercial *ad libitum* en cinco centros de investigación de Reino Unido, Dinamarca, España, Italia y Francia. Las razas incluidas en el estudio y el número de muestras por raza fueron: Aberdeen Angus (27), Asturiana de los Valles (20), Avileña-Negra Ibérica (22), Asturiana de las Montañas (22), Charolesa (21), Danish Red (24), Highland (24), Holstein (25), Jersey (25), Limusina (20), Marchigiana (22), Piemontese (20), Pirenaica (20), Simmental (20) and South Devon (20). Los añejos se cebaron en las condiciones descritas por Albertí et al. (2008) y se sacrificaron con una edad media de 15 meses. Tras el oreo de la canal, se extrajo el músculo longissimus *thoracis* del lado izquierdo entre la 6ª y 13ª costillas y se mantuvo a 2°C durante 48 h. Pasado este tiempo, dos filetes de 3,5 cm de grosor se envasaron al vacío y congelaron a -18°C. Uno de los filetes se transportó en hielo seco al CREA-ZA (Italia) para la recogida de los espectros NIR y el otro se transportó a la Universidad de Bristol para la determinación del perfil de ácidos grasos siguiendo el procedimiento detallado por Sevane (2014). Para la recogida de los espectros, se eliminó la grasa intermuscular, se picó la carne y se liofilizó. Posteriormente, la carne liofilizada y molida se colocó en una cápsula cilíndrica de 35 mm de diámetro y una profundidad de 10 mm con cristal de cuarzo. El espectro de reflectancia se recogió por duplicado con un aparato FOSS NIRSystems 5000 (FOSS NIRSystems Inc., Silver Spring, MD, USA). El espectro se recogió desde los 1000 hasta los 4000 cm<sup>-1</sup> (1000 a 2500 nm), en intervalos de 2 cm<sup>-1</sup>/nm y grabado como el log (1/R). Los espectros recogidos de cada raza se repartieron entre el grupo de calibración (67 %) y el de validación (33 %) de manera que el grupo de calibración tuvo 222 espectros y el de validación tuvo 110 espectros. El tratamiento quimiométrico de los espectros y los datos se realizaron con Unscrambler X (Camo Software AS, Noruega). Los mejores modelos se eligieron en función del error estándar de la validación

(SEP), del coeficiente de determinación de la validación ( $R^2_p$ ) y del valor predictivo residual ( $RPD=SD/SEP$ ), donde SD es la desviación estándar de método de laboratorio.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se muestran las medias y las desviaciones estándar de cada uno de los grupos usados para la calibración y la validación. Se observa como los ácidos grasos tienen medias y desviaciones semejantes entre ambos grupos. En general, la desviación estándar es grande con respecto a la media para todos los ácidos grasos mostrando una gran variabilidad de datos, que es conveniente para obtener modelos útiles y de calidad. Los ácidos grasos saturados o monoinsaturados, en general, tuvieron los mejores estadísticos con  $R^2_p$  mayores de 0,70 y RPD mayores de 1.8. Los ácidos grasos omega 3 y 6 son los que, de manera general tuvieron peores modelos, con  $R^2_p$  entre 0,26 y 0,60 y RPD entre 1,2 y 1,6. Barlocco et al. (2006) consideraron que una RPD cercana a 2 es adecuada para la estimación cuantitativa de la mayoría de materiales (Mouazen et al., 2005; Prieto et al., 2009). Estos resultados se obtuvieron utilizando para la mayor parte de los modelos la primera derivada del espectro y en general no fueron necesarias las distintas correcciones de dispersión como SNV o MSC, que si son necesarias cuando se trabaja con carne fresca (Ripoll et al. 2008). El uso de carne liofilizada consigue valores similares a los de la carne fresca pero tiene la ventaja del manejo de la muestra y de que se puede guardar sin alterar para nuevos análisis. Por el contrario, supone un manejo intermedio de la muestra.

**Tabla 1.** Estadísticas de los grupos de calibración y validación de ácidos grasos (mg/100 g de carne).

	Grupo de calibración		Grupo de validación	
	Media	CV	Media	CV
12:0	2,1	89,27	2,1	87,62
14:0	73,6	80,09	71,6	77,06
16:0	651,2	73,80	639,9	69,12
16:0ald	23,4	27,43	24,0	30,28
16:1	92,5	79,75	89,0	72,08
18:0	401,1	63,38	398,2	59,69
18:0ald	15,9	28,24	16,6	32,85
18:1t9	77,5	98,27	75,2	91,38
9c18:1	854,2	77,10	831,0	68,96
11c18:1	49,0	59,54	47,8	52,37
18:2n-6	183,3	34,29	183,3	29,87
20:1	4,0	81,43	3,8	68,45
18:3n-3	15,2	80,95	15,0	78,80
9c11tCLA	8,1	78,49	7,8	67,07
20:3n-6	9,1	27,11	9,1	29,29
20:4n-6	38,6	24,90	39,3	25,45
20:5n-3	4,2	52,20	4,3	54,45
22:4n-6	4,9	43,91	5,0	45,48
22:5n-3	9,6	32,39	9,8	35,35
22:6n-3	0,9	66,96	0,9	68,02
AG totales	2701,3	65,91	2652,1	60,21
AG saturados	1167,3	67,70	1152,3	63,73
AG monoinsaturados	1077,2	75,95	1046,8	68,15
AG poliinsaturados	265,8	29,78	266,7	27,20

CV, coeficiente de variación; AG, ácidos grasos

Tabla 2. Estadísticos de validación de los modelos de predicción

	SEP	R <sup>2</sup> <sub>p</sub>	RPD
12:0	0,97	0,72	1,9
14:0	27,97	0,74	2,0
16:0	234,99	0,72	1,9
16:0ald	6,66	0,16	1,0
16:1	30,31	0,78	2,1
18:0	129,39	0,70	1,8
18:0ald	4,85	0,21	1,1
18:1 t9	50,16	0,47	1,4
9c18:1	276,24	0,77	2,1
11c18:1	12,69	0,74	2,0
18:2n-6	41,32	0,43	1,3
20:1	1,10	0,71	1,8
18:3n-3	7,07	0,65	1,7
9c11tCLA	3,25	0,62	1,6
20:3n-6	2,09	0,39	1,3
20:4n-6	8,60	0,26	1,2
20:5n-3	1,90	0,38	1,3
22:4n-6	1,74	0,39	1,3
22:5n-3	2,79	0,36	1,2
22:6n-3	0,01	0,60	1,6
Total FA	730,79	0,79	2,2
SFA	355,68	0,77	2,1
MUFA	340,36	0,77	2,1
PUFA	53,81	0,45	1,3

SEP, error estándar de la validación; R<sup>2</sup><sub>p</sub>, coeficiente de determinación de la validación; RPD = SD/SEP; SD, desviación estándar

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albertí et al 2008. *Livestock Science*, 114(1), 19-30.
- Coppa et al. (2010). *Dairy Journal*, 20(3), 182-189.
- Meurens et al. (1987). (J. Hollow, K. J. Kaffka, & J. L. Gonczy Eds.). Budapest, Hungary: Akademiai Kiado.
- Núñez-Sánchez et al. (2008). *Journal of Near Infrared Spectroscopy*, 16(1), 381.
- Olivan et al. (2002). In, 10th International Conference on Near Infrared Spectroscopy. Kyongju, Korea.
- Prieto et al. (2006). *Meat Science*, 74(3), 487-496.
- Ripoll et al. (2008). *Meat Science*, 80(3), 697-702.
- Ripoll et al. (2015). *Animal Feed Science and Technology*, 207, 20-30.
- Ripoll et al. (2018). *Meat Science*, 143, 24-29.
- Scollan et al (2001). *British Journal of Nutrition*, 85(1), 115-124.
- Sevane et al. 2014. *Livestock Science*, 160, 1-11

**Agradecimientos:** Trabajo financiado por el proyecto "GemQual" (QLK5-CT-2000-00147) del Sexto programa marco de la Unión Europea.

### NEAR-INFRARED REFLECTANCE SPECTROSCOPY FOR PREDICTING FATTY ACID COMPOSITION OF DRY FREEZED BEEF OF FIFTEEN EUROPEAN BREEDS

**ABSTRACT:** Meat from 15 European bovine breeds were used to develop calibrations to estimate the fatty acid composition. The use of dry freeze meat before the collection of NIR spectra achieved similar results than prediction models are developed with spectra from fresh meat. The spectra of meat did not need complex pretreatments as scatter corrections (SNV or MSC). The first derivative of spectra was the most usual pretreatment to develop predictive models.

**Keywords:** near infrared, fatty acids, dry-freeze, meat