



Archivos de Zootecnia

ISSN: 0004-0592

pa1gocag@lucano.uco.es

Universidad de Córdoba

España

Varela, A.; Oliete, B.; Moreno, T.; Portela, C.; Carballo, J. A.; Sánchez, L.; Monserrat, L.
Calidad de la carne de machos enteros y castrados De raza rubia gallega sacrificados con 24 meses
Archivos de Zootecnia, vol. 52, núm. 199, 2003, pp. 347-358
Universidad de Córdoba
Córdoba, España

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49519906>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

CALIDAD DE LA CARNE DE MACHOS ENTEROS Y CASTRADOS DE RAZA RUBIA GALLEGA SACRIFICADOS CON 24 MESES

MEAT QUALITY OF RUBIA GALLEGA STEERS AND BULLS SLAUGHTERED AT 24 MONTHS

Varela, A.¹, B. Oliete¹, T. Moreno¹, C. Portela², J.A. Carballo¹, L. Sánchez² y L. Monserrat¹

¹Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. Carretera Betanzos-Santiago, Km. 8. Mabegondo. Apto. 10. 15080 A Coruña. España. E-mail: lorenzo.monserrat.bermejo@xunta.es

²Departamento de Anatomía y Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Santiago de Compostela. 27002 Lugo. España. E-mail: lusaga@correo.lugo.usc.es

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Toro. Buey. Rubia Gallega. Carnes rojas. Calidad grasa.

ADDITIONAL KEYWORDS

Bull. Steer. Rubia Gallega breed. Red meat. Fat quality.

RESUMEN

La producción del tipo *Cebón* (animales enteros o castrados de entre 18 y 36 meses) con la raza Rubia Gallega podría representar una alternativa a la actual producción de *carne de buey* a partir de vacas de desvieje o productos similares importados de Irlanda y Dinamarca. El objetivo de este trabajo es estudiar el efecto de la castración sobre las características de la carne y de la grasa intramuscular de *Cebones* de raza Rubia Gallega. Se emplearon muestras del músculo *Longissimus thoracis* de 7 animales enteros y 8 castrados de 24 meses, sobre las que se determinó el grado de marmorización, el color de la carne y de la grasa subcutánea, la capacidad de retención de agua, la dureza y el perfil de ácidos grasos de la grasa intramuscular. La carne de los castrados fue más grasa que la de los enteros, pero no se observaron diferencias entre enteros y castrados en la dureza de la carne ni en las pérdidas de jugo por goteo y presión. Tampoco hubo diferencias en el color de la carne a las 24 horas post mortem, sin embargo, a los 7 días post

mortem, la carne de los enteros resultó ligeramente más luminosa que la de los castrados. La castración provocó un incremento del porcentaje de ácidos grasos monoinsaturados, especialmente el oleico (C18:1), y saturados, y un descenso del nivel de poliinsaturados. La relación n-6/n3 no se vio afectada. Debido a su mayor veteado y proporción de oleico, la carne de los castrados parece más adecuada que la de los enteros para comercializarse como carne de *buey*.

SUMMARY

The *Cebón* class production (bulls or steers slaughtered between 18 and 36 months) from the Rubia Gallega breed could be either an alternative to the current production of red meat from fattened cull cows or to the importing of similar products from Ireland or Denmark. The aim of this work was to study the effect of the castration on both the meat and intramuscular fat characteristics of *Ce-*

bón class animals. Samples of *Longissimus thoracis* muscle from 7 bulls and 8 steers slaughtered at 24 months were employed to determine the marbling degree, the subcutaneous fat and meat colour, the water holding capacity, the cooking and drip losses, the tenderness as well as the fatty acid profile of intramuscular fat. Meat from steers was fatter than meat from bulls. However there were no differences for tenderness, drip loss and water holding capacity. Differences between both sexes in the meat colour measured at 24 hours postmortem were neither found, however the meat from bulls was brighter than that from steers at 7 days post-mortem. The percentage of monounsaturated (mainly oleic acid -C18:1-) and saturated fatty acids was higher in the steers, while the proportion of polyunsaturated fatty acids was higher in the bulls. There was no effect of the castration on the PUFA n-6/n-3 ratio. It was concluded that, because of its higher marbling degree and oleic acid amount, the meat from steers seems to be better than that from bulls from an organoleptic point of view.

INTRODUCCIÓN

Bajo la denominación de *carne de buey* se agrupan carnes rojas, de elevada calidad organoléptica y abundante infiltración grasa que se consumen principalmente en el País Vasco y en restaurantes especializados de distintas ciudades españolas. La oferta de este tipo de carne procedente de las razas autóctonas españolas es prácticamente nula, por lo que la producción del tipo *Cebón*, definido por la Indicación Geográfica Protegida *Ternera Gallega* como animales enteros o castrados de entre 18 y 36 meses, se perfila como una alternativa a la actual producción de *carne de buey* a partir de vacas de desvieje engrasadas y a la importación de productos similares

procedentes del exterior (Irlanda y Dinamarca fundamentalmente).

La Rubia Gallega es una raza de maduración tardía con un escaso desarrollo de los depósitos adiposos a la edad de sacrificio del vacuno menor, por lo que parece conveniente emplear machos castrados para producir animales del tipo *Cebón*, pues aunque crecen menos que los enteros y convierten con peor eficiencia los alimentos, acumulan más grasa (Picard *et al.*, 1951).

Los efectos de la castración sobre el crecimiento y determinadas características de la carne son ampliamente conocidos en las razas y cruces raciales explotados fundamentalmente en países anglosajones, donde es práctica corriente la castración, pero en España, y especialmente en Galicia, los animales de abasto son hembras o machos enteros y no existe información sobre el efecto de la castración en machos de raza Rubia Gallega, por lo que lo que sería interesante conocer su influencia sobre las características de la carne, entre las que cobra especial importancia la grasa de infiltración, por el tipo de preparación culinaria a la que se destina la carne de buey. Este depósito constituye el denominado veteado o marmorización de la carne (German, 1990) y a menudo ha sido asociado a una mejora de la terneza, jugosidad y flavor de la carne (Dikeman, 1990; May *et al.*, 1992). Igualmente parece necesario tener información sobre el perfil de ácidos grasos y calidad nutricional de la grasa, dado el interés de los consumidores en estos aspectos.

En consecuencia, el objetivo de este trabajo es estudiar el efecto de la cas-

tracción sobre las características de la carne y de la grasa intramuscular de *cebones* de raza Rubia Gallega.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se emplearon 15 animales de raza Rubia Gallega, 7 enteros y 8 castrados, todos ellos nacidos en la paridera de otoño y sacrificados con 24 meses. La castración se realizó a los 6 o 7 meses de edad en un grupo designado al azar.

Los animales permanecieron con sus madres en el pasto hasta el destete a la edad de 8-9 meses, amamantándose libremente y pastando. Desde los 9 meses al acabado, los animales realizaron un pastoreo rotacional durante la primavera y el otoño, consumiendo ensilado de hierba y 2 kg de concentrado por cabeza y día durante el invierno y el período de sequía del verano. Durante el acabado en cebadero, a lo largo de tres meses, los animales se alimentaron con silo de maíz *ad libitum* y 4 kg de concentrado por cabeza y día.

El día del sacrificio los animales se pesaron y se trasladaron a un matadero comercial, donde fueron sacrificados. Las canales fueron mantenidas en una cámara de oreo a 4°C durante 24 horas, pesadas y clasificadas en función de su conformación (Reglamento CEE 2237/91) y estado de engrasamiento (Reglamento CEE 2930/81).

A continuación se separó de la media canal izquierda una muestra de lomo comprendida entre la sexta y la décima costillas. La medida del pH se realizó por duplicado, a las 24h del sacrificio, en el centro del músculo *Longissimus thoracis* a la altura de la décima costilla mediante un pHmetro

portátil 507 de CRISON provisto de un electrodo de penetración.

El músculo *Longissimus thoracis* extraído de esta muestra se dividió en tres partes, la primera se destinó a las determinaciones analíticas a las 24 horas del sacrificio (grado de marmorización, color, textura y capacidad de retención de agua), otra parte se envasó al vacío y se maduró a 4°C durante 7 días, transcurridos los cuales se realizaron las mismas determinaciones y la parte restante se destinó a la extracción de la grasa intramuscular para su posterior análisis cromatográfico.

La determinación del grado de marmorización se realizó mediante análisis de imagen sobre la superficie del músculo *Longissimus thoracis* a nivel de la décima costilla. Para ello fue necesario adquirir la imagen de la chuleta mediante una toma de vídeo, digitalizarla y transformarla en una matriz de puntos, identificados por un programa informático (OPTIMAS 6.1) en función de su posición e índices de rojo, verde y azul (threshold). Este último criterio permite discriminar las zonas correspondientes al músculo y las correspondientes a la grasa intramuscular, de forma que, tras calibrar la imagen, se puede medir el número de vetas/cm², su tamaño y el porcentaje de la superficie del músculo *Longissimus thoracis* ocupada por grasa intramuscular (grado de marmorización o veteado).

Los parámetros de color de la carne y de la grasa subcutánea se midieron empleando un espectrocolorímetro portátil MINOLTA CR-300, que identifica las coordenadas tricromáticas L* -claridad-, a* -índice de rojo-, b* -índice de amarillo- (CIE, 1976). El

color de la carne se midió sobre la superficie del músculo *Longissimus thoracis* a la altura de la décima costilla dejando transcurrir un intervalo de una hora entre el momento del corte de la pieza y la medida del color. La medición del color en la pieza de carne madurada durante 7 días se realizó igualmente una hora después de la retirada del envase. El color de la grasa se midió a las 24 horas y a los 7 días del sacrificio del animal sobre la grasa subcutánea que recubre el *Longissimus thoracis* a nivel de la décima costilla. Tanto en la grasa como en el músculo se realizaron tres mediciones en zonas homogéneas y representativas, libres de manchas de sangre y de burbujas de aire en el caso de la grasa y grasa intramuscular en el caso del músculo.

La capacidad de retención de agua (pérdidas por presión) se determinó mediante la modificación propuesta por Sierra (1973) sobre el método de Grau y Hamm (1953). Las pérdidas por goteo, se determinaron siguiendo el procedimiento descrito por Honickel (1987). Las pérdidas por cocinado se calcularon como las pérdidas de peso en filetes de *Longissimus thoracis* de 2,5 cm de grosor, envasados al vacío en bolsas de plástico selladas y sometidos a cocción en un baño de agua a 80°C durante 45 minutos para que la temperatura en el interior de la pieza alcance 75°C. Al final de este tiempo las muestras se enfriaron durante 30 minutos en agua corriente, se extrajeron de las bolsas y se secaron sin comprimirlas para eliminar el jugo adherido.

Una vez pesadas estas muestras se destinaron al análisis de la textura, para ello se cortaron en al menos 7

paralelepípedos de 1 cm² de sección que fueron analizados empleando un equipo INSTROM UNIVERSAL 1011 con una célula de corte Warner-Bratzler. La fuerza, expresada en kg, se realizó en sentido perpendicular al de las fibras musculares, desde una altura de 20 mm y a una velocidad de 150 mm por minuto.

La extracción de la grasa intramuscular se realizó siguiendo el método de Bligh y Dyer (1959), aplicando el método de Morrison y Smith (1964), que emplea trifloruro de Boro al 14 p.100 en metanol, para la formación de los ésteres metílicos de los ácidos grasos. Para la separación de los ésteres metílicos de los ácidos grasos se utilizó un cromatógrafo de gases modelo Thermo Quest CE Instruments Trace GC 2000 con una columna capilar de polietilenglicol (J&W 19091N-136) de 60 m x 0,25 mm x 0,25 µm. Como gas portador se empleó Helio a un flujo de 1 ml/min. La temperatura inicial del horno fue de 170°C, con un incremento de 3,5°C por minuto hasta los 210°C, que se mantuvieron durante 2 minutos y posteriormente el incremento fue de 2,5°C hasta 240°C, manteniéndose esta temperatura 25 minutos. La temperatura del inyector fue de 255°C y la del detector de 240°C. El volumen de inyección fue de 1 µl con el modo split (1:35). Flujo de aire 350 ml/min. Flujo de Hidrógeno 35 ml/min. La identificación de los ácidos grasos se realizó por comparación con los tiempos de retención de patrones de ácidos grasos metilados (Sigma-Aldrich), y la cuantificación se realizó usando un estándar interno (ácido henecosanoico -C21:0-) y ajustando la respuesta a la recta de calibración obtenida con mez-

clas preparadas a partir de los patrones de ácidos grasos.

En el análisis estadístico de los datos se realizó un análisis de varianza empleando el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (1998), de acuerdo con el modelo $y_{ij} = \mu + a_i + \varepsilon_{ij}$ donde y_{ij} es la observación del animal j en el tratamiento i para la variable y ; μ es la media de esa variable, a_i es el efecto del tratamiento i (sexo); y ε_{ij} es el error asociado al animal j en el tratamiento i . El pH se consideró como covariable de algunas de las características de la carne, como el color, la capacidad de retención de agua y la textura.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El pH final de la carne tuvo tendencia a ser más elevado en los machos enteros que en los castrados (**tabla I**) circunstancia ampliamente reseñada (Jeremiah *et al.*, 1991; Sañudo *et al.*, 1986), y que se debe, como señala Tarrant (1981), a su temperamento más excitable con mayor motricidad y estrés físico con hipersecreción de catecolaminas. Sin embargo, todos los valores registrados se situaron dentro del rango 5,4-5,7, que se considera adecuado en carnes de vacuno (Briskey y Wismer-Pedersen, 1961; Wheeler y Kohmaraie, 1994). No hubo interacción entre el pH y el resto de las características de la carne.

La cantidad de grasa extraída por el método de Bligh y Dyer (1959) fue mayor en los castrados que en los enteros, lo que coincide con las afirmaciones de Hammond (1932) y Wierbicki *et al.* (1955), quienes indican que,

como consecuencia de la precocidad propia de cada sexo, a igual edad cronológica. Los castrados presentan mayor contenido graso que los enteros. Una consecuencia directa de este mayor contenido graso de la carne es la mayor cantidad de veteado que se observa en los animales castrados con respecto a los enteros, con un coeficiente de correlación entre ambos de 0,72, similar a los encontrados por Varela *et al.* (2001) en animales de la misma raza -0,77- y superior al determinado por Schutte *et al.* (1998) -0,49-. Los castrados presentaron igualmente un mayor número de vetas que los animales enteros, aunque no hubo diferencias significativas en su tamaño medio, probablemente porque, como señalan Varela *et al.* (2001), el aumento del grado de infiltración de la carne se realiza más por un aumento del número de vetas que por un incremento de tamaño de las ya existentes.

No se observó una influencia significativa del sexo sobre la dureza de la carne, que puede calificarse como ligeramente dura atendiendo a la clasificación realizada por Bendall (1984), que interpreta los valores de la fuerza de cizallamiento (kg) en función de la aceptación por parte del consumidor. Tanto en los animales enteros como en los castrados la resistencia al corte es superior a la encontrada por Calvo (2001) y Dios (2000) en terneros y añejos de la misma raza, debido a que el contenido en colágeno del músculo aumenta con la edad a la vez que sufre un proceso de insolubilización (Hill, 1966) que provoca una mayor dureza del tejido conjuntivo.

Tampoco se apreciaron diferencias significativas en las pérdidas de jugo

por goteo y presión, mientras que las pérdidas de jugo por cocinado a las 24 horas post mortem fueron menores en los animales castrados que en los enteros, probablemente por el mayor contenido graso de su carne, que al calen-

tarse se funde y sitúa a lo largo de las bandas de tejido conectivo perimisial actuando como una barrera frente a las pérdidas por humedad (Hornstein *et al.*, 1960).

A las 24 horas del sacrificio no se

Tabla I. Efecto del sexo sobre las características del músculo *Longissimus thoracis* y el color de la grasa subcutánea de machos enteros y castrados de raza Rubia Gallega sacrificados con 24 meses. (Effect of the sex on the *Longissimus thoracis* muscle characteristics and subcutaneous fat colour of Rubia Gallega bulls and steers slaughtered at 24 months).

SEXO	Enteros		Castrados		SIG
	Media	SE	Media	SE	
Peso canal (kg)	478,03	6,57	377,09	11,16	***
pH	5,52	0,17	5,47	0,03	+
Contenido graso (mg/100g carne)	1,47	0,22	3,87	0,62	*
Número total de vetas	25,71	5,78	48,86	4,82	*
Número de vetas/cm ²	0,22	0,05	0,49	0,06	*
Tamaño medio vetas (cm ²)	0,04	0,005	0,05	0,004	n.s.
Veteado (p.100)	0,95	0,26	2,29	0,34	*
Dureza 24 horas (kg/cm ²)	6,93	0,66	6,39	0,53	n.s.
Dureza 7 días (kg/cm ²)	5,66	0,49	5,89	0,57	n.s.
Drip loss (p.100)	0,99	0,08	1,36	0,16	n.s.
Pérdidas por cocción 24 horas (p.100)	29,05	1,21	24,59	1,53	*
Pérdidas por cocción 7 días (p.100)	28,94	1,96	25,78	1,95	n.s.
Pérdidas por presión (p.100)	23,68	0,32	23,56	0,86	n.s.
<i>Color Longissimus thoracis</i>					
L* 24h postsacrificio	37,22	0,64	36,07	0,81	n.s.
a* 24h postsacrificio	19,23	0,25	20,89	1,37	n.s.
b* 24h postsacrificio	12,28	0,27	12,56	0,96	n.s.
L* 7 días postsacrificio	37,78	1,01	35,35	0,80	*
a* 7 días postsacrificio	16,87	1,07	17,81	1,17	n.s.
b* 7 días postsacrificio	12,34	0,44	13,11	0,27	n.s.
<i>Color grasa subcutánea</i>					
L* 24h postsacrificio	65,38	1,35	60,00	1,19	n.s.
a* 24h postsacrificio	8,50	0,49	5,58	0,83	*
b* 24h postsacrificio	13,58	0,82	14,90	0,93	n.s.
L* 7 días postsacrificio	65,38	1,35	64,04	1,01	n.s.
a* 7 días postsacrificio	8,50	0,49	6,47	0,71	n.s.
b* 7 días postsacrificio	13,54	0,82	15,16	0,95	n.s.

SE: Error estándar; SIG.: Nivel de significación; ***p<0,001; **p<0,01; *p<0,5; +p<0,1; n.s.: no significativo.

presentaron diferencias significativas en los parámetros de color del músculo, mientras que a los 7 días la carne de los enteros resultó ligeramente más luminosa que la de los castrados. Estos datos pueden considerarse normales, pues aunque en general se admite que los animales castrados presentan una carne con un color más claro que la de los enteros (Seideman *et al.*, 1989 y Zea *et al.*, 1985) como consecuencia de la mayor actividad muscular de estos últimos (Lawrie, 1966) los resultados al respecto no son concluyentes, existiendo autores que no aprecian diferencias entre sexos (Preston *et al.*, 1968; Mohan Raj *et al.*, 1992).

Independientemente del sexo de que se trate, la claridad (L^*) de la carne del tipo *Cebón* es menor que la encontrada en terneros de la misma raza por Albertí *et al.* (1999) y Calvo (2001), con valores de L^* a las 24 horas superiores a 40, e igualmente menor que la encontrada por Calvo (2001) para el tipo *Añojo* (L^* : 37,82 a las 24 h). Este oscurecimiento progresivo del músculo *Longissimus thoracis* está relacionado con el aumento en la cantidad de pigmentos que se produce con la edad de sacrificio (Walter *et al.*, 1965; Cross *et al.*, 1986).

El sexo sólo afectó significativamente al índice de rojo de la grasa subcutánea, que fue mayor en los enteros que en los castrados. Aunque no presentaron diferencias significativas, es de destacar la menor luminosidad y mayor índice de amarillo de la grasa de los castrados, lo que coincide con los resultados obtenidos por Sueiro (1994) y Calvo (2000) al comparar terneros machos y hembras de raza Rubia Gallega, en los que la menor luminosidad

e índice de amarillo correspondió a las hembras. Zhou *et al.* (1993) relacionaron el aumento del índice de amarillo (b^*) en la grasa con un incremento en la proporción de ácidos grasos monoinsaturados y un descenso de los saturados, tal y como ocurre en nuestro trabajo. La grasa del tipo *Cebón*, comparada con los datos obtenidos por Calvo (2001), es menos luminosa y más amarilla que la del tipo *Tenera* (L^* : 72,16 y b^* : 10,14 a las 24h) y similar a la del tipo *Añojo* (L^* : 60,83 y b^* : 13,91 a las 24h).

Los ácidos grasos más abundantes en ambos sexos son el esteárico, oleico y palmítico (**tabla II**), coincidiendo con los hallazgos de Dios (2000) y Calvo (2001) en terneros y añojos de la misma raza, con los de Westerlin y Hedrick (1979) en muestras de grasa subcutánea e intramuscular de machos castrados y novillas. De estos ácidos, tanto el esteárico (C18:0) como el oleico (18:1) no tienen efecto sobre el colesterol sanguíneo, siendo el palmítico (C16:0) el único que lo aumenta (Keys, 1984; Grundy, 1986).

La castración provocó un incremento del porcentaje de ácidos grasos monoinsaturados (MUFA), especialmente el oleico (C18:1), que aumentó casi cuatro puntos. Esta mayor proporción de oleico en la carne de los castrados puede ser favorable, puesto que en estudios llevados a cabo en Norteamérica por Dryden y Marchello, (1970), Westerling y Hedrick (1979) y Melton *et al.* (1982) con machos castrados de diferentes razas y manejos se ha visto que existe una correlación positiva entre el porcentaje de oleico y las puntuaciones obtenidas en los paneles de cata para el aroma y flavor.

Tabla II. Efecto del sexo sobre el perfil de ácidos grasos del músculo *Longissimus thoracis* en machos enteros y castrados de raza Rubia Gallega sacrificados con 24 meses. (Effect of the sex on the fatty acid profile of *Longissimus thoracis* muscle from bulls and steers of Rubia Gallega breed slaughtered at 24 months).

Ácido graso	p.100 sobre total de ácidos grasos					Contenido de ácidos grasos (mg/100g carne)				
	Enteros		Castrados		SIG	Enteros		Castrados		SIG
	Media	SE	Media	SE		Media	SE	Media	SE	
C8:0	0,023	0,009	0,015	0,003	n.s.	0,262	0,084	0,631	0,183	n.s.
C10:0	0,107	0,008	0,114	0,008	n.s.	1,306	0,183	4,483	0,854	*
C12:0	0,102	0,006	0,120	0,008	*	1,223	0,105	4,702	0,920	*
C13:0	0,022	0,003	0,020	0,003	n.s.	0,258	0,034	0,744	0,188	n.s.
C14:0	1,775	0,114	2,176	0,094	*	21,460	2,114	85,742	16,903	*
C14:1	0,561	0,083	0,673	0,069	n.s.	6,649	0,918	25,493	3,693	**
C15:0	0,708	0,024	0,844	0,043	*	8,588	0,815	34,070	7,458	*
C16:0	33,097	1,101	33,965	1,036	n.s.	405,106	48,130	1344,612	269,697	*
C16:1	4,404	0,334	4,823	0,237	n.s.	52,329	3,244	181,064	25,573	**
C17:0	1,785	0,028	1,984	0,059	*	21,817	2,438	78,421	14,847	*
C17:1	1,800	0,422	2,158	0,064	n.s.	23,186	5,966	82,459	12,317	**
C18:0	15,333	0,531	17,197	0,191	**	187,257	20,776	662,421	109,275	**
C18:1	22,554	0,470	24,786	0,633	*	273,077	24,630	943,838	136,930	**
C18:2	6,557	0,636	3,665	0,325	**	80,203	11,984	138,793	23,363	+
C18:3 n-6	0,125	0,014	0,122	0,007	n.s.	1,501	0,170	4,651	0,725	**
C18:3 n-3	4,155	0,464	2,721	0,250	*	52,088	11,014	105,954	18,123	+
C19:0	0,025	0,001	0,026	0,001	n.s.	0,301	0,030	1,028	0,199	*
C20:0	0,122	0,006	0,108	0,008	n.s.	1,467	0,122	4,339	0,948	*
C20:1	0,672	0,064	0,722	0,075	n.s.	8,223	1,315	29,690	8,161	+
C20:2	0,187	0,024	0,239	0,046	n.s.	2,316	0,436	10,113	2,873	+
C20:3	1,109	0,118	0,756	0,091	+	13,579	2,139	28,242	5,167	+
C20:4	3,959	0,315	2,157	0,334	**	48,255	6,654	80,530	17,052	n.s.
C20:5	0,123	0,010	0,088	0,009	*	1,499	0,214	3,245	0,606	+
C22:0	0,387	0,113	0,185	0,050	n.s.	4,699	1,771	6,459	2,155	n.s.
C22:1	0,016	0,008	0,012	0,006	n.s.	0,204	0,123	0,385	0,166	n.s.
C22:2	0,099	0,040	0,026	0,009	+	1,133	0,486	1,175	0,623	n.s.
C23:0	0,086	0,052	0,055	0,018	n.s.	0,829	0,493	1,944	0,646	n.s.
C24:0	0,108	0,035	0,242	0,139	n.s.	1,180	0,324	9,790	6,446	n.s.
MUFA	30,001	0,644	33,174	0,864	*	363,669	33,690	1262,929	184,443	**
PUFA	16,314	1,258	9,776	0,864	**	200,575	30,862	372,703	64,440	+
SFA	53,679	0,644	57,050	1,061	+	655,755	72,754	2239,369	419,988	*
PUFA/SFA	0,306	0,030	0,173	0,018	**					
MUFA/SFA	0,560	0,018	0,584	0,023	n.s.					
PUFA/MUFA	0,546	0,047	0,297	0,028	***					
C18:2n-6/C18:3n-3	1,632	0,208	1,386	0,119	n.s.					
n-6/n-3	2,842	0,308	2,496	0,268	n.s.					

MUFA: Monoinsaturados; PUFA: Poliinsaturados; SFA: Saturados. n-6/n-3: (C18:2+C18:3n-6+C20:2+C20:3+C20:4)/(C18:3n-3+C20:5). SE: Error estándar; SIG.: Nivel de significación; ***p<0,001; **p<0,01; *p<0,5; +p<0,1; n.s.: no significativo.

Esta relación entre las mejores puntuaciones para la intensidad del olor y flavor de la carne y los niveles de oleico fue igualmente observada por Sañudo *et al.* (2000) al correlacionar el perfil de ácidos grasos de cuatro grupos de corderos (dos razas españolas -Rasa y Merina- y dos tipos ingleses -Welsh Mountain y Early lambs-) y los resultados obtenidos en el análisis sensorial realizado por dos paneles de cata diferentes, uno británico y otro español.

La proporción de ácidos grasos saturados (SFA) también se incrementó con la castración, aunque en menor medida que los monoinsaturados, mientras que el porcentaje de ácidos grasos poliinsaturados -PUFA- disminuyó. Estos resultados coinciden con los de la mayor parte de los autores que comparan machos con hembras, quienes encuentran un mayor porcentaje de monoinsaturados, especialmente oleico (C18:1), en las hembras (Waldman, 1968; Terrel *et al.*, 1969; Marchello *et al.*, 1970), y con los de aquellos que comparan machos enteros y castrados, como Eichhorn *et al.* (1985), que observaron, al igual que en nuestro trabajo, que los toros presentaban menores porcentajes de ácido mirístico (C14:0), pentadecanoico (C15:0), palmitoleico (C16:1w7), oleico (C18:1w9) y mayores porcentajes de linoleico (C18:2w6), linolenico (C18:3w3) y araquidónico (C20:4w6) que los castrados en la grasa intramuscular.

Estos cambios observados en el perfil de ácidos grasos probablemente tienen su origen en el mayor engrasamiento de los machos castrados, pues Wood (1990) y Morris *et al.* (1995)

señalaron que con el incremento en la cantidad de grasa de los depósitos intramuscular y subcutáneo se produce un cambio del perfil de ácidos grasos que los componen (Hornstein *et al.*, 1961; Marmer *et al.*, 1984) aumentando el porcentaje de triacilglicéridos (ricos en SFA y MUFA) y disminuyendo el de fosfolípidos (ricos en PUFA) y colesterol, ya que el engrasamiento se debe más a la hipertrofia que a la hiperplasia del tejido (Hecker *et al.*, 1975). Webb *et al.*, (1998) indican que el aumento de las concentraciones de monoinsaturados en la grasa intramuscular que se produce a medida que se incrementa el contenido graso de la canal ($r=0,503$) se debe fundamentalmente al incremento del ácido oleico ($r=0,534$) en los lípidos de membranas.

Como consecuencia de estos cambios, el índice poliinsaturados/monoinsaturados (PUFA/MUFA), y el índice de poliinsaturados/saturados (PUFA/SFA), empleado para calcular el factor de riesgo de los alimentos en relación con la elevación del colesterol sanguíneo, disminuyen con la castración, alejándose el último del valor de 0,45 recomendado por el Department of Health del Reino Unido (1994). La relación n-6/n3 no se vio afectada por la castración, probablemente porque la dieta de los animales fue la misma (el ácido linolénico -C18:3n-3-, precursor de la serie n-3 está presente en mayor proporción en los forrajes, mientras que el linoleico -C18:2-, precursor de la serie n-6 se encuentra en mayor proporción en los cereales, por lo que una dieta rica en forraje incrementaría la proporción de PUFA n-3 -Marmer *et al.*, 1984; Enser *et al.*, 1998; Nürnberg

et al., 1998- y una dieta basada en concentrados aumentaría la proporción de PUFA n-6). En ambos casos, como se recomienda (Department of Health, 1994), la relación es inferior a 4.

De los resultados obtenidos se deduce que debido al mayor contenido en grasa de infiltración y proporción

de oleico de la carne de los animales castrados, ésta parece más adecuada que la de los enteros, desde el punto de vista sensorial, para comercializarse como carne de buey, ya que en este tipo de producto lo que se busca es que el grado de infiltración grasa (veteado) sea lo más alto posible.

BIBLIOGRAFÍA

- Albertí, P., C. Sañudo, J.L. Olleta, M.M. Campo, B. Panea, J. Franco y F. Lahoz. 1999. Color del músculo y de la grasa subcutánea en 7 razas españolas. *ITEA*, 20: 80-82.
- Bendall, J.R. 1984. El estímulo eléctrico en los animales de abasto. En: Avances de la Ciencia de la Carne. Ed.: Lawrie, R. Ed. Acribia, Zaragoza. Cap. 2: 57-83.
- Bligh, E.G. and W.J. Dyer. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37: 1911-1912.
- Briskey, E.J. and J. Wismer-Pedersen. 1961. Biochemistry of pork muscle structure. I. rate of anaerobic glycolysis and temperature change versus the apparent structure of muscle tissue. *J. Food Sci.*, 26: 297-305.
- Calvo, C. 2000. Estudio del crecimiento y de las características de la canal y de la carne del ternero Rubio Gallego acogible a las primas de la PAC en rebaños de vacas nodrizas. Tesis doctoral. Facultad de Veterinaria. Universidad de Santiago de Compostela.
- CEE. 1981. Reglamento nº 2930/81 de La Comisión de 21 de octubre de 1981.
- CEE. 1991. Reglamento nº 2237/81 de La Comisión de 27 de julio de 1991.
- CIE. 1976. Recommendations on uniform color spaces-color difference equations. Psychometric Color terms. Supplement N° 2. Commission Internationale de l'Éclairage. París.
- Cross, H.R., P.D. Durland and S.C. Seideman. 1986. Sensory qualities of meat. En: Muscle as food. Ed.: Bechtel P. Academy Press. Orlando. Florida. P. 286.
- Department of Health. 1994. Report on Health and Social Subjects No. 46. Nutritional Aspects of Cardiovascular Disease. London: Her Majesty's Stationery Office.
- Dikeman, M. 1990. Genetic effects on the quality of meat from cattle. *World Congress of Genetic Applied To Livestock Production*, 4: 521-530.
- Dios, A. 2000. Parámetros de calidad del ternero de raza Rubia Gallega pura y cruzada con Holstein. Tesis doctoral. Facultad de Veterinaria. Universidad de Santiago de Compostela.
- Dryden, F.D. and J.A. Marchello. 1970. Influence of total lipid and fatty acid composition upon the palatability of three bovine muscles. *J. Anim. Sci.*, 31: 36.
- Eichhorn, J.M., C.M. Bailey and G.J. Blomquist. 1985. Fatty acid composition of muscle and adipose tissue from crossbred bulls and steers. *J. Anim. Sci.*, 61: 892-904.
- Enser, M., K. Hallet, B. Hewitt, G.A.J. Fursey, J.D. Wood and G. Harrington. 1998. Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. *Meat Sci.*, 49: 329-341.
- German, J.B. 1990. Muscle lipids. *J. Muscle Foods*, 1: 339-361.
- Grau, R. and R. Hamm. 1953. En: Muscle as Food. Ed. Bechtel, P.J. Food Science and Technology. A series of Monograph, 1985.

CALIDAD DE LA CARNE DE MACHOS RUBIOS GALLEGOS ENTEROS Y CASTRADOS

- Academic Press. New York.
- Grundy, S.M. 1986. Comparison of monounsaturated fatty acids and carbohydrates for lowering cholesterol. *New Engl. J. Med.*, 314: 745-748.
- Hammond, J. 1932. Growth and development of mutton qualities in the sheep. Olivier and Boyd. Londres.
- Hecker, A.L., D.A. Cramer and D.F. Hougham. 1975. Compositional and metabolic growth effects in the bovine muscle, subcutaneous and serum total fatty acids. *J. Food Sci.*, 40: 144-149.
- Hill, F. 1966. Solubility of intramuscular collagen in meat animals of various ages. *J. Food Sci.*, 31: 161-169.
- Hönikel, K.O. 1987. En: Water and food quality. Ed. Hardman, T.M. Elsevier Applied Science Publishers, New York, 277-304.
- Hornstein, I., P.F. Crowe and W.L. Sulzbacher. 1960. Constituents of meat flavour. *Beef. J. Agric. Food Chem.*, 8: 65-70.
- Hornstein, I., P.F. Crowe and M.J. Heimberg. 1961. Fatty acid composition of meat tissue lipids. *J. Food Sci.*, 26: 581-588.
- Jeremiah, L.E., A.K.W. Tong and L.L. Gibson. 1991. The usefulness of muscle color and pH for segregating beef carcasses into tenderness groups. *Meat Sci.*, 30: 97-114.
- Keys, A. 1984. Serum cholesterol response to dietary cholesterol. *Am. J. Clin. Nutr.*, 40: 351-359.
- Lawrie, R.A. 1966. Meat Science. Ed. Pergamon Press Ltd. Oxford. England.
- Marchello, J.A., M. Vavra, F.D. Dryden and D.E. Ray. 1970. Influence of sex on certain constituents of bovine muscles. *J. Anim. Sci.*, 31: 707-712.
- Marmer, W.N., R.J. Maxwell and J.E. Williams. 1984. Effects of dietary regimen and tissue site on bovine fatty acid profiles. *J. Anim. Sci.*, 59: 109-121.
- May, M.L., H.G. Dolezal, G.R. Gill, F.K. Ray and D.S. Buchanan. 1992. Effects of days fed, carcass grade traits, and subcutaneous fat removal of postmortem muscle characteristics and beef palatability. *J. Anim. Sci.*, 70: 444-453.
- Melton, S.L., M. Amiri, G.W. Davis and W.R. Backus. 1982. Flavor and chemical characteristics of ground beef from grass-, forage-grain and grain finished steers. *J. Anim. Sci.*, 55: 77-88.
- Mohan Raj, A.B., B.W. Moss, D.A. Rice, D.J. Kilpatrick, W.J. McCaughey and W. McLauchlan. 1992. Effect of mixing male sex types of cattle on their meat quality and stress related parameters. *Meat Sci.*, 32: 367-386.
- Morris, C.A., A.H. Kirton, B.W. Hogg, J.M. Brown and B.J. Mortier. 1995. Meat composition in genetically selected and control cattle from serial slaughter experiment. *Meat Sci.*, 39: 427-435.
- Morrison, W. and L.M. Smith. 1964. Preparation of fatty acids methyl ester and dimethylacetals from lipids with boron fluoride methanol. *J. Lipid Res.*, 5: 600-608.
- Nürnberg, K., J. Wegner and K. Ender. 1998. Factors influencing fat composition in muscle tissue of farm animals. *Livestock Prod. Sci.*, 56: 145-156.
- Picard, B., J. Robelin and Y. Geay. 1995. Influence of castration and postnatal energy restriction on the contractile and metabolic characteristics of bovine muscle. *Ann. Zootech.*, 44: 347-358.
- Preston, T.R., A. McDermid, N.A. McLeod and E.B. Philip. 1968. The effect of castration on growth, feed conversion and carcass quality of Friesian males give all-concentrate diets. *Rev. Cubana Cien. Agric.*, 2: 183-193.
- Sañudo, C., I. Sierra, M. López et F. Forcada. 1986. La qualité de la viande ovine. Étude des différents facteurs qui la conditionnent. Commission des C.E. Rapport EUR 11479: 67-89.
- Sañudo, C., M.E. Enser, M.M. Campo, G.R. Nute, G. María, I. Sierra and J.D. Wood. 2000. Fatty acid composition and sensory characteristics of lamb carcasses from Britain and Spain. *Meat Sci.*, 54: 339-346.
- Schutte, B.R., N. Biju, G.A. Kranzler and H.G.

- Dolezal. 1998. Color video image analysis for augmenting beef carcass grading. *Anim. Sci. Res. Report*, Oklahoma University. 965:32-36.
- Seideman, S.C., H.R. Cross and J.D. Crouse. 1989. Carcass characteristics, sensory properties and mineral content of meat from bulls and steers. *J. Food Qual.*, 11: 497-507.
- Sierra, I. 1973. Aportación al estudio del cruce Blanco Belga x Landrace: Caracteres productivos, calidad de la canal y de la carne. *I.E.P.G.E.*, 16: 43 pp.
- Sueiro, R. 1994. Estudio de factores de variación de calidad de la canal y la carne de Ternera Gallega. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria. Universidad de Santiago de Compostela.
- Tarrant, P.V. 1981. The occurrence, causes and economic consequences of dark-cutting in beef.- a survey of current information. En: The problem of dark-cutting in beef. Current Topics in Veterinary Medicine. Vol. 10. Ed.: Hood, D.E.; Tarrant, P.V. Martinus Nijhoff, The Hague.
- Terrell, R.N., G.G. Suess and R.W. Bray. 1969. Influence of sex, liveweight and anatomical location on bovine lipids. 1. Fatty acid composition of subcutaneous and intermuscular fat depots. *J. Anim. Sci.*, 28: 449-452.
- Varela, A., L. Monserrat, J.A. Carballo, B. Olie te y L. Sánchez. 2001. Determinación del grado de marmorización de la carne de buey en la raza Rubia Gallega mediante análisis de imagen. IX Congreso FEMESPRUM, 2001. León. Sin publicar.
- Waldman, R.C., G.G. Suess and V.H. Brungardt. 1968. Fatty acids of certain bovine tissue and their association with growth, carcass and palatability traits. *J. Anim. Sci.*, 48: 1343-1348.
- Walter, M.J., D.E. Goli, E.A. Kline, L.P. Anderson and E.A. Carlin. 1965. Effect of marbling and maturity on beef muscle characteristics. *Food Technology*, 19: 159-168.
- Webb, E.C., S. de Smet, C. van Nevel, B. Martens and D.I. Demeyer. 1998. Effect of anatomical location on the composition of fatty acids in double-musled Belgian Blue cows. *Meat Science*, 50: 45-53.
- Westerling, D.B. and H.B. Hedrick. 1979. Fatty acid composition of bovine lipids as influenced by diet, sex and anatomical location and relationship to sensory characteristics. *J. Anim. Sci.*, 48: 1343-1348.
- Wheeler, T.L. and M. Kohmaraie. 1994. Prerigor and postrigor changes in tenderness of ovine Longissimus muscle. *J. Anim. Sci.*, 72: 1232-1238.
- Wierbicky, E., V.R. Cahill, L.E. Kunkle, E.W. Klosterman and F.E. Deatherage. 1955. Effect of castration on biochemistry and quality of beef. *Agricultural and food chemistry*, 3: 244-249.
- Wood, J.D. 1990. Consequences of changes in carcass composition on meat quality. Recent Advances in Animal Nutrition. Haresign, W.; Cole, D.J.A. (eds.). London: 157-166.
- Zea, J., M.D. Díaz y N. Díaz. 1985. Producción de carne con base a pastos. II. Efecto del peso al sacrificio y comparación de terneros enteros y castrados acabados en el pasto sobre la composición y calidad de la canal. *Anales INIA, Servicio de ganadería*, 22: 81-97.
- Zhou, G.H., A. Yang and R.K. Tume. 1993. A relationship between bovine fat colour and fatty acid composition. *Meat Sci.*, 35: 205-212.

Recibido: 13-9-02. Aceptado: 12-12-02.