

EFECTO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL, DE LA CARNE Y DE LA GRASA DE TERNEROS DE RAZA TUDANCA

EFFECT OF PRODUCTION SYSTEM ON CARCASS, MEAT AND FAT CHARACTERISTICS OF TUDANCA CALVES

S. SOTO², A. FERNÁNDEZ-DIEZ³, I. CARO³, M.J. HUMADA¹, C. CIMADEVILLA⁴,
J. MATEO³, E. SERRANO¹

¹CIFA. Dirección Gral. Desarrollo Rural. Gobierno de Cantabria. Héroes 2 de mayo 27, 39600 Muriedas Cantabria. emmaserrano@cifacantabria.org. ²Instituto de Ciencias Agropecuarias, Univ. Autónoma del Estado de Hidalgo, México. ³Dpto. de Higiene y Tecnología de los Alimentos Univ. de León. Campus de Vegazana s/n 24071 León. jmato@unileon.es. ⁴Dirección

RESUMEN

Se estudia el efecto de 2 sistemas de acabado (intensivo, en estabulación, con destete –lote TC- vs. en pastoreo, sin destetar- lote TP-) sobre el peso, conformación y engrasamiento de la canal, el color de la grasa subcutánea y de la carne, el perfil de ácidos grasos y la resistencia a la oxidación de la grasa intramuscular, la resistencia al corte de la carne y el perfil de compuestos volátiles de la grasa perirrenal de terneros sacrificados a los 9 ó 10 meses de edad, respectivamente. El sistema de producción no afectó la calidad de la canal. El lote TP presentó un menor contenido ($P \leq 0,05$) en grasa intramuscular. La grasa intramuscular de este lote presentó una mayor ($P \leq 0,05$) proporción de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) y un valor menor ($P \leq 0,05$) del cociente AGPI n-6/AGPI n-3. En cuanto al color, la grasa subcutánea del lote TP presentó valores superiores ($P \leq 0,05$) de b^* y C^* y la carne una tendencia ($P \leq 0,1$) a valores inferiores de b^* y h_{ab} (más rojo). La carne del lote TP presentó menor ($P < 0,05$) contenido en sustancias reactivas con el ácido tiobarbitúrico y la grasa perirrenal menor ($P < 0,05$) presencia de Octanal, 2-Octenal, 2,4-decadienal, 2-heptanona y 1-octen-3-ona, lo que indicaría mayor estabilidad frente a la oxidación de los lípidos.

Palabras clave: ácidos grasos, color, compuestos volátiles, oxidación de los lípidos, pastoreo.

SUMMARY

This work studies the effect of two production systems (intensive indoors finishing of weaned calves –TC group- vs. pasture finishing of unweaned calves –TP group-) on carcass quality, subcutaneous fat and meat colour, intramuscular fat content and fatty acid profile, lipid oxidation, meat shear force and perirenal fat volatiles from Tudanca calves slaughtered at 9 or 10 months of age, respectively. Production system did not affect carcass quality. TP group presented lower ($P \leq 0.05$) intramuscular fat content. Intramuscular fat of this group presented higher ($P \leq 0.05$) % of polyunsaturated fatty acids (AGPI) and lower AGPI n-6/AGPI n-3 ratio ($P \leq 0.05$). TP subcutaneous fat showed higher ($P \leq 0.05$) b^* and C^* colour parameters, whereas b^* and h_{ab} values of meat tended to be ($P \leq 0.1$) lower with respect to TC values (redder meat from TP group). TP meat showed lower ($P \leq 0.05$) content of tiobarbituric acid reactive substances and perirenal fat showed lower ($P \leq 0.05$) content of octanal, 2-octenal, 2,4-decadienal, 2-heptanona and 1-octen-3-ona, which would imply higher lipid stability.

Key words: fatty acid profile, colour, fat volatiles, lipid oxidation, grazing.

INTRODUCCIÓN

La raza Tudanca es una raza rústica (“en peligro de extinción” según el Real Decreto 2129/2008) con mayor capacidad que otras razas seleccionadas para aprovechar recursos forrajeros de baja calidad en medios difíciles (Mora *et al.*, 2010). Aunque esta raza está incluida en la Indicación Geográfica Protegida “Carne de Cantabria”, la mayoría de terneros se venden con menos de 6 meses de edad y son acabados fuera de su zona de producción (bases de datos REMO y RIA del Gobierno de Cantabria). Dentro de los tipos de animales comercializados tradicionalmente destaca un tipo de ternero sacrificado con 9-10 meses de edad sin destetar. En la actualidad es frecuente que esos terneros se desteten y se alimenten con un forraje conservado y concentrado a libre disposición. La obtención de información sobre la producción de este tipo de animales puede ser interesante para fomentar el acabado de terneros en las explotaciones teniendo en cuenta que se trata de un ciclo productivo corto (invierno-otoño). Frente al acabado con pienso a libre disposición y un forraje de baja calidad, el interés del acabado en pastoreo con un bajo aporte de concentrados cobra interés considerando el elevado coste de los alimentos concentrados y las ventajas nutricionales de la carne de los rumiantes alimentados con forrajes (Daley *et al.*, 2010; Blanco *et al.*, 2011).

El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de dos sistemas de producción (acabado en estabulación con silo de hierba y un concentrado comercial a libre disposición vs. acabado en pastoreo sin destete y suplementación con harina de cebada a libre disposición) sobre la calidad de la canal y de la carne y el perfil de ácidos grasos y de compuestos volátiles de la grasa de terneros tudancos sacrificados a los 9 ó 10 meses de edad, respectivamente.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los terneros se produjeron en la finca Aranda del Gobierno de Cantabria (Alfoz de Lloredo, 84 m s.n.m.) siguiendo 2 estrategias de acabado: a-pastoreo, suplementación desde los 6 meses de edad con harina de cebada (10,6% de proteína bruta (PB); 1,6% grasa bruta (GB), 5,5% fibra bruta (FB) y 4,1% de cenizas) administrada en tolva a libre disposición, amamantamiento hasta el sacrificio a los 10 meses de edad (lote TP, n=8); b-destete a los 5 meses, alojamiento en una estabulación libre, alimentación con silo de hierba en rotopacas (pH 4,14; 27,5% de materia seca (MS) y 3,0% GB; 9,1% cenizas; 13,3% PB; 28,4% FB y 55,3% fibra neutro detergente sobre MS) y un concentrado comercial (15,5% PB, 2,5% de GB, 7,0% FB y 7% cenizas) ambos a libre disposición, sacrificio a los 9 meses de edad (lote TC, n=8). Los terneros del lote TP nacieron en la 1ª parte de

la paridera de invierno (media 03/01 \pm 10,3 días) y los del lote TC en la 2ª (16/03 \pm 3,0 días). El pastoreo se realizó de forma rotacional en 3 parcelas de prado de 1,94; 1,58 y 1,40 ha entre el 5 de julio y el 8 de noviembre. La altura del pasto se midió 2 veces por semana para verificar que la altura media de la hierba estuviese comprendida entre 6 y 15 cm. Una vez por semana se vaciaron las tolvas para calcular el consumo de cebada y concentrado del lote. Los animales se pesaron individualmente, una vez cada 15 días y antes de su traslado al matadero.

Inmediatamente después del sacrificio se registraron el peso de la canal caliente y las notas de conformación y engrasamiento (Reglamentos (CE) 1208/81 y 2273/91). A las 24 h del sacrificio se midió el pH del músculo *Longissimus dorsi* entre la 4ª y la 5ª vértebra lumbar en la media canal izquierda. Se extrajo la chuleta correspondiente a la 6ª costilla de la media canal izquierda y se diseccionó para conocer su proporción de músculo, grasa y hueso (Carballo *et al.*, 2005). Se extrajo el músculo *Longissimus dorsi* restante y se tomaron 4 muestras para la determinación de la oxidación de los lípidos (tras 6 días de exposición en bandejas cubiertas con un film permeable al oxígeno, se determinaron las sustancias reactivas con el ácido tiobarbitúrico –TBARS– según el método de Pfalzgraf *et al.* (1995)), del contenido en grasa intramuscular y del perfil de ácidos grasos, de los pa-

rámetros CIELAB de color (colorímetro CR-400, Kónica-Minolta, Japón; iluminante D65, observador 2º) y de la resistencia al corte con una sonda Warner-Braztler (texturómetro TA.XTplus, Stable Micro Systems, Reino Unido; cocción en bolsas de vacío en baño de agua hasta 70°C). Las muestras destinadas a la determinación del color y de la resistencia al corte se maduraron 6 días envasadas al vacío a una temperatura de 4°C. La extracción de la grasa intramuscular se realizó según Bligh y Dyer (1959) y la metilación de los ácidos grasos según IUPAC (1987). Los ésteres metílicos se identificaron con un cromatógrafo de gases Perkin Elmer Autosystem XL-FID con una columna Varian CPSil88 de 100m x 0,25mm x 0,2µm.

También se tomó una muestra de grasa perirrenal (100 g) a las 24 h *post mortem* que se mantuvo a -80 °C hasta su análisis. La grasa fue descongelada (10 h a 4 °C) y homogeneizada. La extracción de los volátiles se realizó con un aparato Likens-Nickerson (J&W Scientific, Folsom, CA, EEUU) durante 3 h, a partir de 40 g de grasa con 200 ml de agua desionizada en un matraz de 500 ml, mantenido a 150 °C. Los volátiles se extrajeron con éter dietílico (50 ml en matraz de 250 ml a 45 °C). El extracto se concentró a 1 ml con un aparato Makro Kuderna-Danish concentrator (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, EEUU) a 45 °C. Los volátiles se analizaron por cromatografía gaseosa aco-

plada a espectrometría de masas (Vieira et al., 2012). El volumen de inyección fue de 1 μ l y la relación de split de 1:5. Los volátiles se identificaron a partir de su espectro utilizando la base de datos NIST/EPA/NIH Mass Spectral Database, interpretación personal y los tiempos de retención relativos respecto a estándares de hidrocarburos C5-C20 (Sigma-Aldrich, St.). Solo se cuantificaron los aldehídos y cetonas volátiles por ser compuestos derivados de las grasas (Frankel, 1982).

Los lotes se compararon utilizando el procedimiento ANOVA del programa SPSS 17.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El consumo de harina de cebada durante todo el periodo experimental (117 días de media) de los animales del lote TP fue de 209 kg de materia seca/animal frente a los 608 kg del lote TC (123 días de media). No se observaron diferencias significativas ($P > 0,05$) entre los lotes TP y TC en el peso, conformación ni nota de engrasamiento de la canal (Tabla 1).

Los animales del lote TC presentaron valores significativamente superiores ($P \leq 0,05$) para las variables ganancia media diaria de peso (GMD) total y 2 meses antes del sacrificio. El lote TC también presentó valores superiores de % de grasa de la 6^a costilla y % de grasa intramuscular del mús-

culo Longissimus dorsi. Estas diferencias concuerdan con las diferencias en el consumo de concentrado entre los dos lotes y, por tanto, en el contenido energético de las raciones (Humada et al., 2011).

De acuerdo con otros trabajos, el lote TP presentó una tendencia ($P \leq 0,1$) a valores superiores de pH, inferiores de los parámetros índice de amarillo (b^*) y tono (h_{ab}) del músculo *Longissimus dorsi* (Priolo et al., 2001; Humada et al., 2014) y superiores ($P \leq 0,05$) de los parámetros b^* y C^* de la grasa subcutánea (color más amarillo) (Blanco et al., 2011). En concordancia con otros trabajos (Humada et al., 2011), la grasa intramuscular del lote TP presentó valores inferiores ($P \leq 0,05$) de % de ácidos grasos saturados (AGS), superiores ($P \leq 0,05$) de % de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) y del cociente AGPI/AGS e inferiores ($P \leq 0,05$) del cociente AGPI de la serie n-6/AGPI de la serie n-3 (n-6/n-3). En este lote los valores del ratio n-6/n-3 se ajustaron a las recomendaciones (entre 1 y 4) del Department of Health (1994). El valor medio del ratio AGPI/AGS fue en el lote TP más próximo a las recomendaciones sanitarias (mayor de 0,45) que en el lote TC (0,43 vs. 0,20, $p < 0,05$). Como ya había sido observado en otros trabajos (Humada et al., 2014), pese al mayor contenido en AGPI, más proclives a la oxidación, el lote TP presentó valores inferiores ($P \leq 0,05$) de TBARS. El valor medio de fuerza máxima

Tabla 1. Parámetros productivos, características de la canal, color de la grasa subcutánea, pH y características de la carne y de la grasa intramuscular del músculo Longissimus dorsi de los lotes TP (tudanca pasto) y TC (tudanca cebo).

	TP		TC		¹ E.E.M.	² P
	Media	Media	Media	Media		
Peso vivo al sacrificio (kg)	254,6	263,5	8,72	NS		
² GMD total (g)	842,1	1.085,8	39,16	***		
² GMD 2 m presacrificio (g)	920,6	1.281,0	48,14	***		
Peso de la canal caliente (kg)	138,6	141,5	4,66	NS		
Conformación (escala 1-18)	3,4	3,1	0,39	NS		
Engrasamiento (escala 1-5)	2,0	2,0	0,00	-		
% de Grasa de la 6 ^o costilla	11,8	18,1	0,86	***		
pH 24 horas postsacrificio	5,60	5,44	0,05	#		
Color Grasa subcutánea:	L*	70,7	69,4	1,00	NS	
	a*	6,3	4,8	0,68	NS	
	b*	11,3	6,7	0,33	***	
	h _{ab}	61,7	54,8	3,07	NS	
	C*	13,1	8,3	0,46	***	
Color Longissimus dorsi	L*	36,9	37,7	0,61	NS	
	a*	15,5	16,2	0,54	NS	
	b*	2,3	3,3	0,43	#	
	h _{ab}	8,2	11,4	1,35	#	
	C*	15,7	16,6	0,58	NS	
Fuerza máxima de corte (kg)	8,2	5,9	1,37	NS		
TBARS ³ (mg/kg)	0,25	0,84	0,11	***		
Grasa intramuscular (% MF)	1,41	2,90	0,31	**		
Ácidos grasos (% ⁴):	∑ AGS ⁵	41,9	48,2	0,75	***	
	∑ AGMI ⁶	40,2	42,4	0,93	NS	
	∑ AGPI ⁷	17,9	9,5	1,34	***	
	n-6 / n-3 ⁸	2,27	5,48	0,32	***	
	AGPI/AGS	0,43	0,20	0,04	***	

¹ E.E.M.: error estándar de la media; ²Ganancia media diaria de peso durante todo el periodo experimental (GMD total) y en los dos últimos meses del periodo experimental (GMD 2 m presacrificio); TBARS³: Sustancias reactivas con el ácido tiobarbitúrico; ⁴% en peso del total de ácidos grasos identificados; ⁵Ácidos grasos saturados; ⁶Ácidos grasos monoinsaturados; ⁷Ácidos grasos poliinsaturados; ⁸Cociente entre AGPI de las series n-6 y n-3; * P≤0,05; ** P≤0,01; *** P≤0,001; # P≤0,1; NS diferencias no significativas

de corte a los 7 días de maduración del lote TP fue superior al del lote TC, pero no se observaron diferencias significativas entre lotes (P>0,05).

La Tabla 2 muestra los compuestos carbonílicos (aldehídos y cetonas) volátiles extraídos de la grasa perirrenal. La mayoría de estos compuestos reflejan el grado de

oxidación/degradación térmica experimentada por los lípidos y contribuyen en gran medida al sabor de la carne (Calkins y Hodgen, 2007). La mayor presencia de Octanal, 2-Octenal, 2,4-decadienal, 2-heptanona y 1-octen-3-ona en la grasa del grupo TC con respecto a la del TP (P<0,05), indica una mayor oxidación de los lípidos en el grupo TC,

Tabla 2. Compuestos carbonílicos (aldehídos y cetonas) volátiles¹ extraídos de la grasa perirrenal de los lotes TP (tudanca pasto) y TC (tudanca cebo).

Identificación de los compuestos		TP	TC	³ E.E.M.	P ⁴
		Media	Media		
<i>Aldehídos alifáticos</i>					
	² TRR				
Heptenal	903	6,30	10,37	1,89	NS
trans-2-Heptenal	962	2,14	4,58	1,14	NS
Octanal	1005	3,70	7,66	1,26	*
2,4 Heptadienal	1014	1,15	1,78	0,56	NS
2- Octenal	1061	1,96	6,29	1,07	*
Nonanal	1106	12,10	15,97	2,47	NS
2-Nonenal	1162	2,85	5,08	0,84	NS
Decanal	1208	0,92	2,01	0,38	#
2- Decenal	1266	3,98	7,25	1,12	#
2,4 Decadienal	1321	2,23	8,36	1,38	**
2-Undecenal	1371	2,32	4,92	0,82	NS
Dodecanal	1414	1,12	1,67	0,31	NS
Tetradecanal	1613	4,30	5,13	0,96	NS
Subtotal		45,08	81,06	12,91	#
<i>Cetonas alifáticas</i>					
2-Heptanona	890	1,13	3,50	0,67	*
1-octen-3-ona	982	0,48	2,70	0,57	*
2,3 Octanodiona	988	25,08	11,70	3,09	*
2- Nonanona	1092	0,88	1,43	0,36	NS
Decan-2-ona	1193	0,14	0,50	0,26	NS
2- Undecanona	1295	2,43	2,19	0,57	NS
2- Tridecanona	1498	23,24	23,90	4,44	NS
Subtotal	-	53,38	45,92	8,94	NS

¹ Unidades arbitrarias de área; ² Tiempo de retención relativo; ³ Error estándar de la media; ⁴ * $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$; *** $P \leq 0,001$; # $P \leq 0,1$; NS diferencias no significativas

como consecuencia de una menor estabilidad oxidativa, lo que corrobora lo observado en el análisis del TBARS. La estabilidad oxidativa de la grasa suele estar inversamente relacionada con su contenido en AGPI. No obstante, la grasa del lote TP presentó un mayor contenido en AGPI y a pesar de esto resultó ser más estable a la oxidación. Esta aparente contradicción se explicaría por la presencia en la grasa del lote TP de un mayor contenido en sustancias antioxidantes naturales procedentes de la dieta (carotenos, tocoferoles,

etc.), que aumentan la estabilidad oxidativa de la grasa (Descalzo y Sancho, 2008). Por otra parte, se ha relacionado el contenido en 2,3-octanodiona en carne de rumiantes con una dieta alta en forraje, de forma que este compuesto ha sido propuesto como indicador de pastoreo (Vasta y Priolo, 2006; Serrano et al., 2011). De acuerdo con la relación mencionada, en el presente estudio la grasa del lote TP tuvo un mayor contenido en 2,3-octanodiona ($P < 0,05$) que la grasa del lote TC.

CONCLUSIONES

Los dos lotes estudiados no difirieron ni en el peso ni en la calidad de la canal pero sí en el contenido en grasa inter e intramuscular. La grasa subcutánea de los animales acabados en pasto presentó un color más amarillo mientras que la carne mostró una tendencia a valores de h_{ab} más desplazados hacia el rojo. Las diferencias en los valores de TBARS y contenidos de aldehídos y cetonas volátiles derivados de la oxidación lipídica podrían implicar una vida útil más larga de la carne de los animales del lote TP. Los resultados también indican la obtención de un perfil de ácidos grasos más favorable para la salud del consumidor en los animales acabados en pastoreo. Se confirmó que el contenido en 2,3-octanodiona podría ser utilizado como indicador del consumo de pasto en este tipo de animales. Estos resultados preliminares deben completarse con un estudio más exhaustivo del perfil de ácidos grasos, compuestos volátiles y características organolépticas de la carne.

AGRADECIMIENTOS:

Operarios de la Finca Aranda. Cooperativa Agrocantabria. Personal y SVO del Matadero de Guarnizo. Laboratorio del CIFA. Laboratorio Agroalimentario del MAGRAMA en Santander. Servicio de Laboratorio y Control, Gob. Cantabria. INIA RTA

2007-00003-00-00. Prog. Doc-INIA 2008 (E. Serrano).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLANCO M., JOY M., RIPOLL G., SAUERWEIN H. Y CASASÚS I. (2011) Grazing lucerne as fattening management for young bulls: technical and economic performance and diet authentication. *Animal*, 5, 113-122.

BLIGH E. G. Y DYER W. J. (1959) A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry Physiology*, 37, 1911-1912.

CALKINS C.R. Y HODGEN J.M. (2007) A fresh look at meat flavour. *Meat Science*, 77, 63-80.

CARBALLO J.A., MONSERRAT L., SANCHEZ L. (2005) Composición regional y tisular de la canal bovina. En: Cañeque V. y Sañudo C. (eds.). *Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto en los rumiantes*, pp. 120-140. Madrid, España: INIA.

DALEY C.A., ABBOTT A., DOYLE P., NADER G., LARSON S. (2010) A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass and grain-fed beef. *Nutrition Journal*, 9, 1-12.

DEPARTMENT OF HEALTH. (1994) *Nutritional Aspects of Cardiovascular Dis-*

ease. Report on Health and Social Subjects. Londres, Reino Unido: HMSO.

DESCALZO A.M. Y SANCHO A.M. (2008) Review of natural antioxidants and their effects on oxidative status and quality of beef in Argentina. *Meat Science*, 79, 423-436.

FRANKEL E. (1982) Volatile lipid oxidation products. *Progress in Lipid Research*, 22, 1-33.

HUMADA M.J., SAÑUDO C., SERRANO E. (2014) Chemical composition, vitamin E content, lipid oxidation, colour and cooking losses in meat from Tudanca bulls finished on semi-extensive or intensive systems and slaughtered at 12 or 14 months. *Meat Science*, 96: 908-915.

HUMADA M.J., SERRANO E., SAÑUDO C., ROLLAND D.C. Y DUGAN M. E. R. (2012) Production system and slaughter age effects on intramuscular fatty acids from young Tudanca bulls. *Meat Science*, 90, 678-685.

IUPAC N° 2301. (1987) Standard methods for the analysis of oils, fats and derivatives. Preparation of the fatty acid methyl esters. Oxford, Reino Unido: Blackwell.

MORA M.J., BUSQUÉ J., DE FRUTOS P. (2010) *Invasión de pastos de montaña por lecherina (Euphorbia polygalifolia): estudios dirigidos al desarrollo de un sistema de control bio-*

lógico basado en el pastoreo. Santander, España: Gobierno de Cantabria.

PFALZGRAF A., FRIGG M. Y STEINHART H. (1995) α -Tocopherol contents and lipid oxidation in pork muscle and adipose tissue during storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43, 1339-1342.

PRIOLO A., MICOL D. Y AGABRIEL J. (2001) Effects of grass feeding systems on ruminant meat colour and flavour. A review. *Animal Research*, 50, 185-200.

SERRANO E., CORNU A., KONDOJOYAN N., AGABRIEL J., MICOL D. (2011) Traceability of grass feeding in beef: terpenes, 2,3-octanedione and skatole accumulation in adipose tissue of young bulls. *Animal*, 5, 641-649.

VASTA V., PRIOLO A. (2006) Ruminant fat volatiles as affected by diet. A review. *Meat Science*, 73, 2018-2028.

VIEIRA C., FERNÁNDEZ-DIEZ A., MATEO J., BODAS R., SOTO S., MANSO T. (2012) Effects of addition of different vegetable oils to lactating dairy ewes' diet on meat quality characteristics of suckling lambs reared on the ewes' milk. *Meat Science*, 91, 277-283.