

EFFECTO DEL PESO DE SACRIFICIO Y LA RAZA EN LA CARNE Y LA GRASA DE TERNEROS ALIMENTADOS CON ENSILADOS

EFFECT OF SLAUGHTERED WEIGHT AND BREED ON MEAT AND FAT QUALITY OF YOUNG BEEF CATTLE FED WITH SILAGES

Zea Salgueiro, J., M.D. Díaz Díaz y J.A. Carballo Santaolalla

Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. Apartado de Correos 10. 15008 A Coruña. España. jaimze.salgueiro@xunta.es; dolores.diaz.diaz@xunta.es

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Bovino. Pradera. Maíz. Añojos. Novillas. Peso canal. Ácidos grasos.

ADDITIONAL KEYWORDS

Bovine. Grass silage. Maize silage. Young bulls. Heifers. Peso canal. Fatty acids.

RESUMEN

En terneros, machos y hembras, de tres razas (Rubio Gallego, Holstein-Friesian y cruce de ambas) alimentados a base de ensilados, se estudió el efecto del peso de sacrificio (375, 410 y 450 kg) en las características de la carne y en el perfil de los ácidos grasos.

El incremento del peso de sacrificio no afectó negativamente a la calidad de la carne (mejoró el veteado y no modificó la terneza, las pérdidas de agua o el color).

La raza no afectó de modo importante a la calidad de la carne, sin efectos claros en el color. Los Gallegos tuvieron la carne menos veteada y más tierna (en el caso de los machos).

El incremento del peso de sacrificio no afectó al total de los AGS, AGP, ácidos ω -6 o ω -3 ni a las relaciones AGP/AGS o ω -6/ ω -3. Los AGM aumentaron con el peso de sacrificio.

El total de AGS fue similar en las tres razas. En los Holstein-Friesian fue donde se observaron los niveles más altos de AGM y más bajos en la relación AGP/AGS. Los niveles más altos de AGP, ω -6, ω -3 y de la relación AGP/AGS se observan en los Rubio Gallego. Los animales cruzados presentaron valores intermedios. La raza no afecta de forma significativa a la relación ω -6/ ω -3.

SUMMARY

In calves, males and females, of three breeds (Rubio Gallego, Holstein-Friesian and cross-

breeding of both) fed with silages, the slaughter weight (375, 410 and 450 kg) effect on the meat characteristics, and fatty acids outline was studied.

The increase of the slaughter weight did not negatively affect meat quality (marbling improved; and tenderness, water loss or colour were not modified).

Breed did not affect, in an important way, meat quality, without clear effects on colour. The Gallegos had less marbling and more tender meat (in males).

The increase of the slaughter weight did not affect the total SFA, PUFA, ω -6 or ω -3, or the PUFA/SFA or ω -6/ ω -3 relationship. The MUFA increased with the slaughter weight.

The SFA total was similar in the three breeds. It was in the Holstein-Friesian where the highest MUFA levels and the lowest PUFA/SFA relationship levels were observed. The highest PUFA, ω -6, ω -3, and the PUFA/SFA relationship levels were in the Rubio Gallego. The crossbreeding animals had intermediate values. Breed does not affect significantly the ω -6/ ω -3 relationship.

INTRODUCCIÓN

La raza va a condicionar las características de la carne dentro del sistema de producción (Cabrero, 1991). Para Larick *et al.* (1989) la raza apenas tiene efecto en el perfil

Recibido: 9-6-06. Aceptado: 12-12-06.

Arch. Zootec. 57 (218): 101-112. 2008.

de los ácidos grasos, pero Huerta-Leindenz *et al.* (1993) consideran que la raza es uno de los principales factores que afectan a dicha composición.

El peso de sacrificio, además de afectar a la canal y a la carne, puede afectar al engrasamiento y a la composición de la grasa (Weeb *et al.*, 1998; Varela 2002).

El objetivo es evaluar el efecto del incremento del peso de sacrificio (375, 410 y 450 kg) en la calidad de la carne y la grasa de terneros y terneras de las razas: Rubio Gallego, Holstein-Friesian y su cruce.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 20 terneros por tratamiento, distribuidos al azar en un diseño factorial 3x3 (tres razas: Rubia Gallega, Holstein-Friesian y su cruce y tres pesos de sacrificio: 375, 410 y 450 kg). Se realizó simultáneamente con machos y hembras. El sistema de alimentación consistió en ensilado a voluntad, suplementado con 1,75 kg de concentrados (la mitad de los animales de cada tratamiento consumieron ensilado de pradera -8,84 MJ de EM/kg MS y 2 kg de pienso por cabeza y día- y la otra mitad ensilado de maíz -10,92 MJ de EM/ kg MS y 1,5 kg de pienso por cabeza y día. Los piensos se constituyeron a base de harinas de cebada y soja y se formularon para que las ingestas resultasen con el 14% o el 12% de proteína bruta, para animales de más o menos 270 kg. Los animales recibieron complementos vitamínico-minerales.

A las 24 horas postsacrificio se extrajo el trozo de lomo comprendido entre la 6ª y 10ª costilla de la media canal izquierda. Se efectuó la disección del músculo *Longissimus thoracis*, sobre el que se realizó el fileteado en sentido cráneo-caudal para obtener las muestras, donde se realizaron las determinaciones:

La capacidad de retención de agua de la carne se determina mediante las pérdidas por goteo de la carne cruda o *drip-loss* (Offer y Knight, 1988) y pérdidas de agua

por cocción (Hamm (1977), citado por Pla (2001)). (Las muestras -un filete de aproximadamente 1 cm de grosor- envasadas al vacío, se sumergen en el baño de agua, atemperado a 75°C, transcurridos 45 minutos las muestras se sacan del baño y se enfrían durante 30 minutos en agua corriente a unos 15°C. Luego se extraen de las bolsas y se secan cuidadosamente, sin comprimirlas, para eliminar el jugo que permanece en la superficie. Las pérdidas por cocción se expresan como el porcentaje de peso perdido respecto al inicial de la muestra). Además de estos dos métodos, calculamos las pérdidas por presión según Wismer-Pedersen (1994), variante de Grau y Hamm (1953) modificado por Sierra (1973).

Color (mediante colorimetría utilizando el sistema CIELAB) empleando un espectrofotómetro portátil MINOLTA serie CR-300, que permite medir los colores que se reflejan de las superficies con la ayuda de las coordenadas tricromáticas: L* (luminosidad), a* (índice de rojo) y b* (índice de amarillo). Para ello, en las muestras de músculo se realizan tres lecturas en zonas homogéneas y representativas, libres de grasa intramuscular y de manchas de sangre. Los índices cromáticos de la grasa subcutánea se determinaron de la misma manera en las muestras obtenidas del lomo.

El veteado de la carne se determinó según la escala utilizada en la norma USDA (1967) que consta de 9 puntos (1, trazas; 2, poco; 3, pequeño; 4, modesto; 5, moderado; 6, levemente abundante; 7 moderadamente abundante; 8, abundante; 9, muy abundante). Se dejó reducida a los 5 primeros puntos para adaptarla a las características de nuestro mercado, razas y sistema de producción. Para la consistencia de la carne la escala: 1= firme seca, 3= blanda húmeda.

La dureza fue determinada sobre muestras de carne de 1x1x5 cm procedentes de las utilizadas para determinar las pérdidas de agua por cocción, en un Texturómetro Universal -INTROM 1011- con una célula de corte Warner-Bratzler.

PESO DE SACRIFICIO, RAZA Y CALIDAD DE LA CARNE Y LA GRASA DE TERNEROS

Se determinó el pH con un pHmetro portátil (HANNA Instruments) con electrodo de penetración de 6 mm de diámetro y sonda de temperatura. Para el calibrado se usó una solución buffer a pH 4 y 7.

Mediante espectroscopia en el infrarrojo cercano (NIRs) se determinó el contenido de proteína, humedad, cenizas y grasa de la carne.

Para la determinación de los ácidos grasos, la extracción de la grasa se realizó por el método de Blight y Dier (1959) y la metilación mediante el método de Morrison y Smith (1964). El análisis de los ácidos grasos se ha realizado teniendo en cuenta la norma ISO 5508. Para la separación de los ésteres metílicos de los ácidos grasos se utilizó un cromatógrafo de gases modelo VARIANT GC 3900, con una columna capilar de sílice y con una fase estacionaria de polietilenglicol (Variant CP 7488, 50 m longitud, 0,25 mm diámetro interno, 0,25 μm *phase thickness*). La temperatura del horno fue escalonada en dos rampas, con una temperatura inicial de 150°C y un incremento de 10°C por minuto hasta alcanzar 200°C. La segunda rampa tiene un incremento de 5°C/min hasta 230°C, manteniéndose a esta temperatura durante 10 minutos. La temperatura del inyector fue de 255°C y la del detector de 250°C. El volumen de inyección fue de 1 μl con el modo *split* (1:20). Flujo de aire 290 ml/min. Flujo de hidrógeno 30 ml/min. Flujo de helio 1 ml/min. Se ha utilizado un *software* (*Star Chromatography Workstation*) conectado al cromatógrafo para la integración-calibración de cada uno de los ácidos grasos. La integración de los ácidos grasos presentes en las muestras se realizó por comparación con los tiempos de retención de patrones estándares de ácidos grasos metilados (Sigma Aldrich) con una pureza del 99%. El patrón interno fue el ácido heneicosanoico (C21:0). Con estos ácidos grasos se preparó una solución madre, de la que se hicieron distintas diluciones correspondientes a los diferentes puntos con los que se elabora la recta de calibrado. A cada

dilución se le añadió una cantidad fija de patrón interno con el fin de que la concentración en las soluciones estándares y problema fuese la misma; obteniendo así, para cada ácido graso, una recta que correlaciona la lectura cromatográfica con la concentración real de dicho ácido.

Una vez obtenidos cada uno de los ácidos grasos (en mg/100 g de carne) se procedió a calcular los índices nutricionales: AGS (ácidos grasos saturados), como suma de los ácidos: C8:0 (caprílico), C10:0 (cáprico), C12:0 (láurico), C14:0 (mirístico), C15:0 (pentadecílico), C16:0 (palmitico), C17:0 (margarico), C18:0 (esteárico), C20:0 (araquídico), C22:0 (behénico), C23:0 (tricosanoico) y C24:0 (lignocérico); AGM (ácidos grasos monoinsaturados), suma de los ácidos: C14:1(n-5) (miristoleico), C:15:1 (pentadecenoico), C16:1(n-7) (palmitoleico), C17:1 (margaroleico), C18:1(n-9t) (elaidico), C18:1(n-9c) (oleico), C20:1(n-9) (eicosenoico), C22:1(n-9) (erúxico) y C24:1(n-9) (nervónico); AGP (ácidos grasos poliinsaturados), suma de los ácidos: C18:2(n-6t) (linolelaídico), C18:2(n-6c) (linoleico), C18:3(n-3) (α -linoléxico), C18:3(n-6) (γ -linoléxico), C20:2(n-6) (eicosadienoico), C20:3(n-3) (eicosatrienoico), C20:3(n-6) (homolinoléxico), C20:4(n-6) (araquidónico), C20:5(n-3) (eicosapentaenoico), C22:2(n-6) (docosadienoico) y C22:6(n-3) (docosahexaenoico); ácidos grasos poliinsaturados de la serie ω -3, suma de los ácidos: C18:3(n-3), C20:3(n-3), C20:5(n-3) y C22:6(n-3); y ácidos grasos poliinsaturados de la serie ω -6, que son la suma de los ácidos: C18:2(n-6t), C18:2(n-6c), C18:3(n-6), C20:2(n-6), C22:2(n-6), C20:3(n-6) y C20:4(n-6). Relaciones AGP/AGS y ω -6/ ω -3.

Los análisis estadísticos se realizan con el PROC ANOVA del paquete estadístico SAS (SAS Institute, 1985) siendo el modelo matemático:

$$Y_{ij} = \eta + A_i + B_j + (AB)_{ij} + \epsilon_{ij}$$

donde:

Y= son las variables en estudio (las determinacio-

nes que se hacen en la carne);
 η = es la media general;
 A_i = es el efecto de la raza;
 B_j = es el efecto del peso de sacrificio;
 $(AB)_{ij}$ = es la interacción de los factores A y B; y
 ϵ_{ij} = es el error aleatorio $N(0, \sigma^2)$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

EFFECTO DEL INCREMENTO DEL PESO DE SACRIFICIO

El incremento del peso de sacrificio no afectó a la capacidad de retención de agua, ni en los machos (**tabla I**) ni en las hembras

(**tabla II**). Sin embargo, Wismer-Pedersen (1994) concluyó que la capacidad de retención de agua disminuye con la edad. Esta aparente contradicción entre los resultados de Wismer-Pedersen (1994) y los de este trabajo se explica porque las diferencias entre los pesos de sacrificio elegidos en el diseño experimental fueron pequeñas para encontrar posibles diferencias significativas.

De los valores de los índices cromáticos únicamente el L^* de la grasa se vio afectado por el peso de sacrificio, disminuyendo cuando éste aumenta, siendo igual en la grasa de

Tabla I. Machos: Pérdidas en la carne por goteo, presión y cocción e índices cromáticos de la carne y grasa. (Drip loss, pressing loss and cooking loss and chromatic index of meat and fat).

Peso sacrificio	Pérdidas			Ind. cromáticos carne			Ind. cromáticos grasa		
	goteo	presión	cocción	L*	a*	b*	L*	a*	b*
R. Gallego									
375	1,65	23,88	29,39	37,49	16,07	8,64	69,41	6,09	10,68
410	1,54	24,18	29,99	36,72	15,75	8,52	69,07	6,22	11,29
450	1,47	26,36	30,47	36,62	15,74	8,57	68,20	6,66	11,84
Cruce de Rubio Gallego por Holstein-Friesian									
375	1,68	23,66	30,97	37,44	15,44	7,97	68,35	6,08	11,20
410	1,84	23,94	30,19	37,53	15,33	7,93	68,28	5,95	11,38
450	1,75	24,47	30,74	36,45	15,65	7,99	67,70	6,11	11,66
Holstein-Friesian									
375	1,44	23,70	30,47	36,47	15,05	7,78	66,66	6,11	10,55
410	1,46	23,71	30,36	36,43	15,00	7,88	65,64	5,88	10,81
450	1,47	24,09	30,84	36,59	15,55	7,82	65,19	5,83	10,82
et	0,078	0,444	0,769	0,404	0,248	0,216	0,738	0,338	0,445
Sig.	***	NS	NS	+	**	**	***	NS	+
R. Gallego									
RGxHF	1,55 ^a	24,14	29,95	36,94 ^{ab}	15,85 ^a	8,58 ^a	68,89 ^a	6,32	11,27 ^{ab}
Holstein	1,76 ^b	24,03	30,63	37,14 ^a	15,47 ^{ab}	7,97 ^b	68,11 ^a	6,05	11,41 ^a
et	0,045	0,241	0,438	0,221	0,141	0,115	0,398	0,191	0,245
Sig.	***	NS	NS	*	**	***	***	NS	*
Cruce de Rubio Gallego por Holstein-Friesian									
375	1,59	23,75	30,28	37,14	15,52	8,13	68,14 ^a	6,10	10,81
410	1,61	23,95	30,18	36,89	15,36	8,11	67,66 ^{ab}	6,02	11,16
450	1,56	24,31	30,68	36,55	15,64	8,13	67,03 ^b	6,20	11,43
et	0,045	0,241	0,438	0,221	0,141	0,115	0,398	0,191	0,245
Sig.	NS	NS	NS	+	NS	NS	*	NS	+

et: error típico. Sig: significación. *** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$; + $p < 0,1$. N.S.: no significativo. En la misma columna cifras con distintos superíndices son significativamente diferentes. RGxHF: Cruce de Rubio Gallego por Holstein-Friesian.

PESO DE SACRIFICIO, RAZA Y CALIDAD DE LA CARNE Y LA GRASA DE TERNEROS

los machos ($p < 0,05$) (**tabla I**) que en la de las hembras ($p < 0,05$) (**tabla II**). El oscurecimiento de la grasa (se hace más amarilla) con el aumento de la edad o del peso de sacrificio fue observado por SHEMEIS *et al.* (1994).

El aumento del peso de sacrificio no afectó ni a la consistencia ni a la terneza de la carne, mientras que el veteado aumentó con el peso, más en las hembras (**tabla III**) que en los machos (**tabla IV**). Se ha establecido que la terneza de la carne disminuye con la edad (Cabrero, 1991); sin embargo, entre los 9 y los 16 meses los efectos cuan-

titativos y cualitativos que se producen en el colágeno conllevan a una estabilidad importante en la dureza de la carne (Sañudo, 1992) como sucedería en este caso, directamente relacionado con la edad y con el estado de engrasamiento, el efecto del peso sobre la terneza da resultados contradictorios (Sañudo (1992).

Con el incremento del peso de sacrificio disminuyó el pH en las hembras ($p < 0,001$) (**tabla IV**), pero no en los machos (**tabla III**), lo que coincidiría en líneas generales con lo establecido por Sañudo (1993) que el pH

Tabla II. Hembras: Pérdidas en la carne por goteo, presión y cocción e índices cromáticos de la carne y grasa. (Drip loss, pressing loss and cooking loss and chromatic index of meat and fat).

Peso sacrificio	Pérdidas			Ind. cromáticos carne			Ind. cromáticos grasa		
	goteo	presión	cocción	L*	a*	b*	L*	a*	b*
R. Gallega									
375	1,64	23,88	29,60	36,03	16,54	9,08	63,93	5,75	12,25
410	1,79	23,89	29,68	35,84	16,42	9,09	63,00	5,99	12,11
450	1,72	24,72	30,30	35,49	16,46	8,99	62,37	5,93	12,24
Cruce de Rubio Gallego por Holstein-Friesian									
375	1,82	23,75	29,27	37,23	15,97	9,03	62,84	5,46	11,28
410	1,69	23,73	29,16	36,58	16,06	8,94	62,46	5,29	11,69
450	1,72	24,52	30,94	36,73	16,22	9,04	62,41	5,27	11,72
Holstein-Friesian									
375	1,58	23,71	29,64	35,93	15,49	7,95	61,51	4,55	11,16
410	1,47	23,23	29,60	35,93	15,52	8,01	60,50	4,66	11,09
450	1,44	22,86	29,41	35,16	15,84	8,08	59,68	4,54	11,29
et	0,081	0,506	0,642	0,438	0,250	0,220	0,667	0,337	0,435
Sig.	**	*	*	**	**	***	***	**	+
R. Gallega	1,72 ^a	24,16 ^a	29,86	35,78 ^a	16,47 ^a	9,05 ^a	63,10 ^a	5,89 ^a	12,20 ^a
RGxHF	1,74 ^a	24,00 ^{ab}	29,79	36,85 ^b	16,08 ^a	9,00 ^a	62,57 ^a	5,34 ^b	11,56 ^b
Holstein	1,50 ^b	23,27 ^b	29,55	35,67 ^a	15,62 ^b	8,01 ^b	60,56 ^b	4,59 ^c	11,18 ^b
et	0,045	0,277	0,365	0,217	0,143	0,127	0,358	0,175	0,223
Sig.	***	*	NS	***	***	***	***	***	**
375	1,68	23,78	29,50	36,99	16,00	8,69	62,76 ^a	5,25	11,57
410	1,65	23,62	29,48	36,11	16,00	8,68	61,99 ^{ab}	5,31	11,63
450	1,62	24,03	30,22	35,79	16,17	8,70	61,49 ^b	5,25	11,75
et	0,045	0,277	0,365	0,217	0,143	0,127	0,358	0,175	0,223
Sig.	NS	NS	NS	+	NS	NS	*	NS	NS

et: error típico. Sig: significación. *** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$; + $p < 0,1$. N.S.: no significativo. En la misma columna cifras con distintos superíndices son significativamente diferentes. RGxHF: Cruce de Rubio Gallego por Holstein-Friesian.

ZEA SALGUEIRO, DÍAZ DÍAZ Y CARBALLO SANTAOLALLA

último de la carne evoluciona poco aunque con una cierta tendencia a valores más bajos a mayores edades.

En la composición química de la carne se observó que al aumentar el peso de sacrificio aumentaba el nivel de grasa ($p < 0,05$ en machos y $p < 0,001$ en hembras) y disminuía el de cenizas ($p < 0,05$ en machos y $p < 0,01$ en hembras). En las hembras disminuyó además la proteína ($p < 0,05$) y la humedad ($p < 0,001$). Estos resultados confirman lo observado por Cabrero (1991), que la pro-

porción de minerales disminuye ligeramente con el peso, el contenido en lípidos aumenta en mayor proporción y el de agua presenta una caída. Los resultados de este estudio se aproximarían a estos, más en el caso de las hembras que en de los machos. Esto se explica porque los cambios se producen antes en las hembras que en los machos (Cabrero 1991).

El aumento del peso de sacrificio produjo un aumento de los AGM en la grasa intramuscular de los machos (**tabla V**) y de

Tabla III. Machos: Veteado, consistencia, terneza, pH y composición química de la carne. (Marbling score, texture, tenderness, pH and chemical composition of meat).

Peso sacrificio	Veteado	Consistencia	Dureza	pH	Composición química de la carne (%)			
					proteína	grasa	cenizas	humedad
R. Gallego								
375	1,07	1,15	6,95	5,56	21,70	0,97	1,20	76,13
410	1,15	1,09	6,94	5,56	21,72	1,02	1,20	76,06
450	1,17	1,10	7,08	5,54	21,69	1,03	1,18	76,10
Cruce de Rubio Gallego por Holstein-Friesian								
375	1,17	1,10	7,29	5,44	21,87	0,82	1,21	76,10
410	1,22	1,17	7,27	5,44	21,73	0,92	1,19	76,11
450	1,36	1,07	7,33	5,43	21,62	1,01	1,19	76,17
Holstein-Friesian								
375	1,12	1,05	7,57	5,48	21,78	0,89	1,20	76,14
410	1,25	1,07	7,75	5,46	21,72	1,10	1,19	75,99
450	1,45	1,04	7,71	5,45	21,71	1,22	1,20	75,87
et	0,074	0,049	0,347	0,017	0,097	0,096	0,007	0,115
Sig.	***	NS	NS	***	+	**	**	+
R. Gallego								
1,13 ^a	1,11	6,99 ^a	5,55 ^a	21,70	1,01	1,20	76,10	
RGxHF								
1,25 ^b	1,12	7,30 ^{ab}	5,43 ^b	21,74	0,92	1,20	76,13	
Holstein								
1,28 ^b	1,05	7,68 ^b	5,46 ^b	21,74	1,07	1,20	76,00	
et	0,043	0,029	0,205	0,010	0,047	0,056	0,004	0,059
Sig.	*	NS	*	***	NS	+	NS	NS
375								
1,13 ^a	1,10	7,27	5,49	21,78	0,89 ^a	1,20 ^a	76,12	
410								
1,21 ^a	1,11	7,32	5,48	21,72	1,01 ^{ab}	1,19 ^b	76,05	
450								
1,33 ^b	1,07	7,37	5,47	21,67	1,09 ^b	1,19 ^b	76,05	
et	0,043	0,029	0,205	0,010	0,047	0,056	0,004	0,059
Sig.	***	NS	NS	NS	NS	*	*	NS

et: error típico. Sig: significación. *** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$; + $p < 0,1$. N.S.: no significativo. En la misma columna cifras con distintos superíndices son significativamente diferentes. RGxHF: Cruce de Rubio Gallego por Holstein-Friesian.

PESO DE SACRIFICIO, RAZA Y CALIDAD DE LA CARNE Y LA GRASA DE TERNEROS

las hembras (**tabla VI**), pero no afectó al total de AGS, AGP, AGP de las series ω -6 y ω -3, ni a las relaciones AGP/AGS, o ω -6/ ω -3, ni en los machos (**tabla V**) ni en las hembras (**tabla VI**). Sin embargo, se observó ($p > 0,1$) la disminución del ácido láurico (C12:0), del pentadecílico (C15:0) y un ligero aumento del C16:1(n-7) (palmitoleico). La disminución del ácido pentadecílico (C15:0) se hace significativa en los machos y el aumento del ácido palmitoleico en las hembras.

Hay autores (Weeb *et al.*, 1998) que

indican que el incremento de peso afecta al perfil de los ácidos grasos, disminuyendo ligeramente los AGP y aumentando los AGS y los AGM. Malau-Aduli *et al.* (1998) encontraron disminuciones en los AGS: C14:0 (mirístico), C16:0 (palmítico) y C18:0 (esteárico), e incrementos en los AGM: C18:1(n-9c) (oleico) y C16:1(n-7) (palmitoleico). Varela (2002), con machos Rubio Gallegos, encontró que el ácido esteárico (C18:0) aumentaba y los AGP disminuían ligeramente cuando aumentaba el peso de sacri-

Tabla IV. Hembras: Veteado, consistencia, ternera, pH y composición química de la carne. (Marbling score, texture, tenderness, pH and chemical composition of meat).

	Peso sacrificio	Veteado	Consis- tencia	Dureza	pH	Composición química de la carne (%)			
						proteína	grasa	cenizas	humedad
Gallega									
	375	1,25	1,05	6,92	5,54	21,81	1,63	1,19	75,38
	410	1,30	1,09	6,66	5,50	21,72	1,96	1,20	75,12
	450	1,45	1,08	6,80	5,50	21,78	2,46	1,17	74,58
Cruce de Rubio Gallego por Holstein-Friesian									
	375	1,57	1,03	7,11	5,43	21,66	1,96	1,17	75,21
	410	1,70	1,15	6,96	5,39	21,62	2,15	1,18	75,05
	450	1,83	1,10	6,86	5,38	21,51	2,36	1,17	74,96
Holstein-Friesian									
	375	1,32	1,10	6,69	5,42	21,83	2,04	1,16	74,96
	410	2,11	1,14	7,26	5,43	21,64	2,97	1,15	74,24
	450	2,42	1,08	6,70	5,40	21,49	4,32	1,12	73,08
et	0,121	0,055	0,334	0,013	0,106	0,191	0,008	0,212	
Sig.	***	NS	NS	***	*	***	***	***	
R. Gallega									
	1,33 ^a	1,07	6,79	5,52 ^a	21,77 ^a	2,02 ^a	1,18 ^a	75,03 ^a	
RGxHF	1,70 ^b	1,09	6,98	5,40 ^b	21,60 ^b	2,16 ^a	1,17 ^a	75,07 ^a	
Holstein	1,95 ^c	1,10	6,89	5,42 ^b	21,65 ^{ab}	3,11 ^b	1,14 ^b	74,09 ^b	
et	0,066	0,032	0,194	0,006	0,053	0,088	0,004	0,084	
Sig.	***	NS	NS	***	*	***	***	***	
et									
	375	1,38 ^a	1,06	6,91	5,46 ^a	21,77 ^a	1,88 ^a	1,17 ^a	75,18 ^a
	410	1,70 ^b	1,12	6,96	5,44 ^b	21,66 ^{ab}	2,36 ^b	1,17 ^a	74,80 ^b
	450	1,90 ^c	1,08	6,79	5,43 ^b	21,59 ^b	3,05 ^c	1,15 ^b	74,21 ^c
et	0,066	0,032	0,194	0,006	0,053	0,088	0,004	0,084	
Sig.	***	NS	NS	***	*	***	**	***	

et: error típico. Sig: significación. *** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$; + $p < 0,1$. N.S.: no significativo. En la misma columna cifras con distintos superíndices son significativamente diferentes. RGxHF: Cruce de Rubio Gallego por Holstein-Friesian.

ficio, atribuyéndolo al aumento de engrasamiento. Los resultados y las discrepancias se explican porque el engrasamiento es el principal responsable de las variaciones del perfil de los ácidos grasos (Wood, 1990).

EFFECTO DE LA RAZA

Al considerar cada raza se observa que no hay diferencias en las pérdidas de agua por cocción, ni en la carne de los machos ni

en la de las hembras; mientras que las de goteo son máximas en la de los cruzados, tanto en machos como en hembras. En el caso de las hembras, las pérdidas por presión son mínimas en las Holstein-Friesian ($p < 0,05$). En cualquier caso, las diferencias que se encontraron son poco importantes, lo que de alguna forma coincide con lo observado por Sañudo (1993) en canales ligeras de ganado ovino de cuatro razas, al

Tabla V. Machos: Índices nutricionales: ácidos grasos saturados (AGS), ácidos grasos monoinsaturados (AGM), ácidos grasos poliinsaturados (AGP), ácidos grasos poliinsaturados ω -6, ácidos grasos poliinsaturados ω -3 y relación AGS/AGM y ω -6/ ω -3 en la grasa intramuscular del *L. thoracis*. (Nutritional index: SFA, MUFA, PUFA, ω -6 PUFA, ω -3 PUFA, PUFA/SFA, ω -6/ ω -3 in *L. thoracis intramuscular fat*).

Peso sacrificio	AGS	AGM	AGP	ω -6	ω -3	AGP/AGS	ω -6/ ω -3
R. Gallego							
375	1001,1	1179,7	168,15	97,537	70,047	0,178	1,388
410	1000,2	1208,9	167,42	98,321	68,521	0,177	1,491
450	999,9	1233,6	164,92	96,856	69,200	0,173	1,491
Cruce de Rubio Gallego por Holstein-Friesian							
375	1005,4	1249,6	140,26	77,316	62,542	0,154	1,350
410	1005,7	1301,8	144,07	84,333	60,936	0,160	1,365
450	1001,8	1261,6	140,95	78,067	61,580	0,154	1,365
Holstein-Friesian							
375	1011,8	1402,3	121,04	63,341	58,682	0,124	1,606
410	1015,4	1459,8	125,07	66,619	57,345	0,128	1,180
450	1033,7	1657,1	120,52	64,686	55,964	0,126	1,196
et	53,859	80,970	13,471	8,603	9,546	0,017	0,214
Sig.	NS	***	***	***	NS	**	NS
R. Gallego							
RGxHF	1000,4	1207,4 ^a	166,83 ^a	97,571 ^a	69,256 ^a	0,176 ^a	1,457 ^a
Frisón	1004,3	1271,0 ^a	141,76 ^b	80,072 ^b	61,686 ^b	0,144 ^b	1,360 ^{ab}
et	1020,3	1506,4 ^b	122,21 ^c	64,882 ^c	57,330 ^b	0,126 ^b	1,179 ^b
et	24,466	40,079	6,173	3,943	4,375	0,007	0,096
Sig.	NS	***	***	***	***	***	*
375	1006,1	1277,2 ^a	143,15	79,398	63,757	0,152	1,300
410	1007,0	1323,5 ^{ab}	145,52	83,258	62,267	0,155	1,346
450	1011,8	1384,1 ^b	142,13	79,870	62,249	0,151	1,351
et	26,929	43,729	6,736	4,302	4,773	0,008	0,107
Sign.	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS

et: error típico. Sig: significación. *** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$; + $p < 0,1$; N.S.: no significativo. En la misma columna cifras con distintos superíndices son significativamente diferentes. RGxHF: Cruce de Rubio Gallego por Holstein-Friesian.

PESO DE SACRIFICIO, RAZA Y CALIDAD DE LA CARNE Y LA GRASA DE TERNEROS

encontrar diferencias en CRA (pérdidas por presión y pérdidas por cocinado) poco importantes, concluyendo que en ganado ovino las diferencias raciales son poco importantes. Albertí *et al.* (1995) no observaron diferencias en la capacidad de retención de agua entre la carne de terneros de distintas razas, mientras que Espejo *et al.* (1998) sí encontraron pequeñas diferencias. La complejidad y variabilidad de los métodos

de medida de la CRA es tal (Sañudo, 1993) que podría explicar por qué las diferencias observadas fueron distintas según cada método.

El índice de luminosidad L* de la carne de los machos (**tabla I**) y de las hembras (**tabla II**) resultó más alto en los animales cruzados. Los índices a* de rojo y b* de amarillo resultaron máximos en la carne de los gallegos y mínimos en la de los frisones

Tabla VI. Hembras: Índices nutricionales: ácidos grasos saturados (AGS), ácidos grasos monoinsaturados (AGM), ácidos grasos poliinsaturados (AGP), ácidos grasos poliinsaturados ω -6, ácidos grasos poliinsaturados ω -3 y relación AGS/AGM y ω -6/ ω -3 en la grasa intramuscular del L. thoracis. (Nutritional index: SFA, MUFA, PUFA, ω -6 PUFA, ω -3 PUFA, PUFA/SFA, ω -6/ ω -3 in *L. thoracis intramuscular fat*) .

Peso sacrificio	AGS	AGM	AGP	ω -6	ω -3	AGP/AGS	ω -6/ ω -3
R. Gallega							
375	1109,0	1187,7	158,16	87,124	70,211	0,143	1,308
410	1209,0	1139,4	155,21	87,117	66,992	0,137	1,391
450	1186,9	1370,4	151,96	84,521	66,362	0,132	1,378
RGxHF							
375	1194,5	1659,3	142,32	81,535	60,014	0,145	1,393
410	1108,7	1673,3	140,29	81,963	57,886	0,136	1,377
450	1222,7	1811,5	133,28	77,455	57,063	0,123	1,334
Holstein-Friesian							
375	1120,6	1895,1	122,28	69,129	54,746	0,112	1,346
410	1220,5	1838,5	119,70	67,764	53,487	0,099	1,299
450	1250,2	1985,0	116,13	63,204	52,777	0,094	1,293
et	86,209	142,254	15,643	9,288	9,776	0,013	0,247
Sig.	+	***	**	**	+	***	NS
R. Gallega	1168,3	1232,5 ^a	155,11 ^a	86,254 ^a	67,855 ^a	0,137 ^a	1,359
RGxHF(1)	1175,3	1714,7 ^b	138,63 ^a ^b	80,318 ^a	58,321 ^{ab}	0,134 ^a	1,368
Frisón	1197,1	1906,2 ^c	119,37 ^b	66,699 ^b	53,670 ^b	0,102 ^b	1,313
et	40,070	66,121	7,271	4,317	4,544	0,006	0,115
Sig.	NS	***	***	***	*	***	NS
375	1141,4	1580,7 ^{ab}	140,92	79,263	61,657	0,133	1,349
410	1179,4	1550,4 ^a	138,40	78,948	59,455	0,124	1,356
450	1219,9	1722,3 ^b	133,79	75,060	58,734	0,116	1,335
et	42,531	70,180	7,717	4,582	4,823	0,007	0,122
Sig.	NS	*	NS	NS	NS	*	NS

et: error típico. Sig: significación; ***p<0,001; **p<0,01; *p<0,05; +p<0,1. N.S.: no significativo. En la misma columna cifras con distintos superíndices son significativamente diferentes. RGxHF: Cruce de Rubio Gallego por Holstein-Friesian.

(igual en machos que en hembras); lo que confirma que la carne de las razas lecheras es más oscura que la de las carniceras (Renner, 1986). Los índices cromáticos de la grasa van de más a menos (la grasa se oscurece) según el orden: Rubio Gallego, cruce de Rubio Gallego por Holstein-Friesian y Holstein-Friesian.

El veteado fue máximo en los Holstein-Friesian y mínimo en los Rubio Gallegos. La carne de Rubio Gallego resultó más tierna que la de Holstein-Friesian, aunque sólo en los machos y cuando se consideran conjuntamente los pesos de sacrificio (**tabla III**). En cualquier caso, las diferencias fueron muy pequeñas y menores de 0,79 kg/cm², que según parece son menores que el umbral de percepción del consumidor. Sañudo (1992) establece que aunque parecen existir diferencias entre razas, éstas no son relativamente importantes.

La carne con el pH más alto correspondió a la de los animales Rubio Gallegos, tanto en machos como en hembras ($p < 0,001$), sin que se observasen diferencias significativas entre los Holstein-Friesian y los cruzados, como puede verse en las **tablas III y IV**. Las diferencias máximas en el pH resultaron pequeñas, de 0,12 puntos. Guhe *et al.* (1990), al comparar el pH de distintas razas, también obtuvieron diferencias de este orden.

La raza no afectó de modo significativo a la composición de la carne de los machos (la grasa resultó algo mayor en la carne de los terneros Rubio Gallegos, pero únicamente con $p < 0,1$) pero sí en la de las hembras (**tabla IV**). La carne de las terneras Rubias Gallegas tenía algo (poco) más de proteína ($p < 0,5$) que la de las cruzadas de Rubia Gallega por Holstein-Friesian y menos grasa ($p < 0,001$) y más cenizas ($p < 0,001$) y humedad (0,001) que la de las Holstein-Friesian. Las diferencias encontradas en el comportamiento entre machos y hembras se deberían a que éstas son más precoces y alcanzan antes la *madurez química*. Es la grasa la que altera la proporción de los restantes componentes químicos. Cuando se consi-

dera libre de grasa se aprecia una evolución similar en los componentes, hasta llegado un momento en el que las proporciones se mantienen constantes (Cabrero, 1991).

Los niveles de los AGS: C15:0 (pentadecílico) y C18:0 (esteárico) resultaron más altos en la raza Rubia Gallega: el C14:0 (mirístico) y C17:0 (margárico) en la Holstein-Friesian. Los AGM: C14:1 (miristoleico), C16:1(n-7) (palmitoleico), C17:1 (margaroleico), C18:1(n-9c) (oleico) y C18:1(n-9t) (elaidico) alcanzaron los niveles máximos en los Holstein-Friesian y mínimos en los Rubio Gallegos. Los AGP resultaron más altos en los Rubio Gallegos, con la excepción C22:6(n-3) (docosaheptaenoico), que no varió, y el C20:2(n-6) (eicoadienoico), que lo fue en los frisones. Los resultados coinciden en líneas generales con los de Valera (2002), quien al comparar terneros de raza Rubia Gallega con otros cruzados de Rubio Gallego por Holstein-Friesian o con Holstein-Friesian puros, encontró menores niveles de oleico, relacionado favorablemente con la palatabilidad (Malau-Aduli *et al.*, 1998).

Las variaciones de los ácidos grasos en cada raza fueron muy similares en ambos sexos. Las únicas diferencias encontradas fueron que el ácido esteárico (C18:0) y el margárico (C17:1) resultaron más altos únicamente en las hembras gallegas, y que las diferencias encontradas en el ácido C18:2(n-6t) (linolelaídico), en los machos, y en el C18:3(n-6) (γ -linolénico).

Estas diferencias se reflejan en los índices nutricionales, aunque las diferencias sólo son significativas para los AGM (más altos en los Holstein-Friesian) y en los AGP, que fueron más altos en los Rubio Gallegos. La relación AGP/AGS resultó más favorable a los animales Rubio Gallegos. El nivel de los ácidos -6 y -3 resultó máximo en la raza Rubia Gallega y mínimo en la Holstein-Friesian (la relación ω -6/ ω -3 únicamente resultó máxima en los animales Rubio Gallegos en el caso de los machos). Los valores para los cruzados resultaron intermedios.

PESO DE SACRIFICIO, RAZA Y CALIDAD DE LA CARNE Y LA GRASA DE TERNEROS

De alguna forma se confirman los resultados de Varela (2002), aunque estos autores, junto con Anderson *et al.* (1986), consideran que las diferencias entre razas en el perfil de ácidos grasos se debe más a la cantidad de grasa que depositan que a las variaciones en la composición de ácidos grasos en sí mismas.

CONCLUSIONES

El incremento del peso de sacrificio, dentro del rango de 375 a 450 kg, de animales alimentados con ensilados no afecta negativamente a la calidad de la carne (mejora el veteado). Desde el punto de vista dietético, ni el perfil de ácidos grasos de la grasa intramuscular ni los índices nutricionales fueron afectados por el incremento de peso de las canales. Los mejores animales son los

Rubio Gallegos, con carne más tierna (sólo en machos) y con más AGP, ω -6, ω -3 y mejor índice AGP/AGS.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo está basado en los datos obtenidos en los Proyectos: XM-99-003 (Mejora de la calidad de la canal y la carne de vacuno joven alimentados a base de forrajes ensilados) y PGIDT02RAG50301PR (Efecto de la raza, sexo, peso de sacrificio y dieta en el perfil de ácidos grasos de la carne de vacuno joven), financiados por el INIA y la Secretaría Xeral de Investigación e desenvolvemento de la Xunta de Galicia, respectivamente.

Los autores desean agradecer el trabajo de campo realizado por D. José Tasende Fraga y D. Eduardo Jiménez Domínguez.

BIBLIOGRAFÍA

- Albertí, P., P. Santolaria, Y. Negueruela, J.L. Olleta, E. Mamaqui, M.M. Campo y F. Álvarez. 1995. Calidad de la carne en terneros de raza Pardo Alpina y Pirenaica cebados con pienso rico en *gluten feed* y mandioca. VI Jornadas sobre Producción Animal, *ITEA*: 630-632.
- Anderson, B.A., J.L. Lauderdale and Y.M. Hike. 1986. Composition of food: Beef products raw, procesed and prepared. USDA Agriculture Handbook nº 8-13.
- Blight, E.G. and W.J. Dyer. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37: 911-917.
- Cabrero, M. 1991. Estructura y composición de la canal como determinante de su calidad. *Bovis*, 38: 9-37.
- Espejo, M., S. García, M.M. López, M. Izquierdo and A. Costela. 1998. The influence of genotype and feeding systems in meat quality parameters of pure Retinto, Charolais x Retinto and Limusin x Retinto male calves. Proc. 44th ICOMST, 302-303.
- Grau, R. and R. Hamm. 1953. Muscle as food. Ed. P.J. Bechtel. Food Science and Technology. A series of Monograph, 1985. Academic Press. New York.
- Guhe, M., R. Preisinger, E. Kalm, M. Menning and C. Augustini. 1990. Differences in meat quality of bulls of various genetic groups. 41th Annual Meeting of EAAP. Toulouse. Francia.
- Huerta-Leidenz, N.O., H.R. Cross, J.W. Savell, D.K. Lunt, J.F. Baker, L.S. Pelton and S.B. Smith. 1993. Comparison of the fatty acid composition of subcutaneous adipose tissue from mature Brahman and Hereford cows. *J. Anim. Sci.*, 71: 625-630.
- Larick, D.K., B.E. Turner, R.M. Koch and J.D. Crouse. 1989. Influence of phospholipid content and fatty acid composition of individual phospholipids in muscle from Bison, Hereford and Brahman steers on flavours. *J. Food Sci.*, 54: 521-526.
- Malau-Aduli, A.E.O., B.D. Siebert, C.D.K. Botterna and W.S. Pitchford. 1998. Breed comparison of the fatty acid composition of muscle phospholipids in Jersey and Limousine cattle. *J. Anim. Sci.*, 76: 766-773.
- Morrison, W.L. and L.M. Smith. 1964. Preparation of fatty acids methyl ester and dimethylacetals from lipids with boron fluoride metanol. *J. Lipid Res.*, 5: 600-608.
- Offer, G. and P. Knight. 1988. The structural basis

ZEASALGUEIRO, DÍAZDÍAZ Y CARBALLO SANTAOLALLA

- of water-holding in meat. Part. 2: Drip losses. In: Developments in meat science, 4: 121-134. Ed R. Lawrie. Elsevier. Oxford.
- Pla, M. 2001. Medida de la capacidad de retención de agua. En: Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes. 173-179. Co. V. Cañeque; C. Sañudo. Monografías INIA. Serie Ganadera nº 1 Madrid.
- Renner, M. 1986. Influence de facteurs biologiques et technologiques sur la couleur de viande bovine. *Bull. Techn. CRZV Theix INRA*, 65: 41-48.
- Sañudo, C. 1992. Calidad organoléptica de la carne. En: Tecnología y calidad de productos cárnicos. 29-44. Ed. M.J. Beriain. ETSIA. Pamplona.
- Sañudo, C. 1993. La calidad organoléptica de la carne (V). Especial referencia a la especie ovina. *Mundo Ganadero*, 1993-4: 64-68.
- SAS Institute. 1985. SAS user's guide: Statistic basic, version 5. SAS Institute INC., Cary, N.C. EEUU.
- Shemeis, A.R., T. Liboriusen and A. Bech. 1994. Changes in carcass and meat quality traits of Danish Friesian cull cows with the increase of their age and body conditions. *Meat Sci.*, 37: 161-167.
- 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 p.
- USDA. 1967. Illustration of marbling. In: Meat Evaluation Handbook, 26-27. Pu. National Live Stock and Meat Board, 1977. 444 North Michigan Avenue. Chicago, Illinois 60611. EEUU.
- Varela, A. 2002. Estudio de las variables que afectan a la producción del tipo "Cebón". Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela.
- Weeb, E.C., S. de Smet, C. van Nevel, B. Martens and D.Y. Demeyer. 1998. Effect of anatomical location on the composition of fatty acids in double-muscled Belgian Blue cows. *Meat Sci.*, 50: 45-53.
- Wismar-Pedersen, J. 1994. Química de los tejidos animales. En: Ciencia de la carne y los productos cárnicos. 125-149. Ed. J.F. Price, B.S. Schweigert. Acribia. Zaragoza. España.
- Wood, J. 1990. Consequences of changes in carcass composition on meat quality. In: Recent Advances in Animal Nutrition, 157-166. Ed. W. Herising, Cole, D.G.A. Londres R. U.