

## ALIMENTACIÓN Y CALIDAD DE LA CARNE EN TERNEROS: INFLUENCIA DEL SISTEMA PRODUCTIVO

Jaime Zea Salgueiro  
Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo

### 1.- INTRODUCCIÓN

La utilización de concentrados en la producción de carne sigue siendo masiva, a pesar de que los consumidores cada vez demandan más productos tradicionales. Esto se debe, quizá, a que el mercado demanda un tipo de canal que por su peso, relativamente ligero, no es fácil de producir con forrajes, en especial en lo relativo a la conformación y al engrasamiento. Y es por eso que, en los últimos tiempos, se viene recomendando el acabado con concentrados.

No cabe duda que la dieta, concretamente su capacidad energética, puede afectar a la calidad de la canal y de la carne: al aumentar la ingestión de energía, los porcentajes de carne y hueso en la canal disminuyen, y los de grasa aumentan, y obtenemos así una carne con “flavor” más agradable.

Muchas veces, el efecto del acabado se confunde con el que produce el aumento del peso de sacrificio. En general, en un acabado clásico que implica incremento del peso de sacrificio, se produce la mejora de la conformación, aumenta el porcentaje de grasa y disminuye el de carne y hueso, mejorando en conjunto la calidad de la canal. Pero no debemos olvidar que estos mismos efectos se producen al incrementar el peso de sacrificio, de modo que el posible efecto del acabado y del peso de sacrificio suelen estar confundidos. Por ello, es importante que las comparaciones del efecto del acabado se hagan al mismo peso de sacrificio.

El sistema de producción, tanto por el tipo de alimentación como por el nivel energético de la misma, influye tanto en el engrasamiento de las canales como en la composición en ácidos grasos de los depósitos subcutáneos e intramusculares del animal. La importancia de la composición de la grasa de la carne radica en cuatro recomendaciones dietéticas fundamentales: disminuir el consumo de ácidos grasos saturados (AGS), incrementar la ingestión de ácidos grasos poliinsaturados (AGP) y monoinsaturados (AGM), que la relación AGP/AGS sea de 0,45 y la  $\omega 6/\omega 3$  inferior a 4 (Department of Health, Reino Unido, 1994).

## 2.- EFECTO DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN EN LA CALIDAD DE LA CANAL, LA CARNE Y LA GRASA

Los sistemas de producción comparados fueron: el de cebadero con concentrados y heno a voluntad por un lado, y los basados en ensilados de maíz o pradera, suministrados también a voluntad, y suplementados con cantidades limitadas de concentrados. Los animales correspondían a las razas Rubio Gallego, Holstein-Friesian y al cruce de Rubio Gallego por Holstein-Friesian. Cada sistema de producción con machos tuvo su réplica con hembras. El manejo de estos sistemas se esquematiza en el cuadro 1.

**Cuadro 1.- Manejo de los animales según sistema de producción.**

Sistema Alimentación básica	Cebadero Concentrado	Ensilado	
		Maíz	Pradera
De 125 a 180 kg de peso vivo			
Ensilado/heno	<b>Ad libitum</b>	<b>Ad libitum</b>	<b>Ad libitum</b>
Pienso (kg/día)	<b>Ad libitum</b>	1,0	1,0
Proteína bruta (% en dieta)	16,0	16,0	16,0
De 180 a 270 kg de peso vivo			
Ensilado/heno	<b>Ad libitum</b>	<b>Ad libitum</b>	<b>Ad libitum</b>
Pienso (kg/día)	<b>Ad libitum</b>	1,0	1,5
Proteína bruta (% en dieta)	14,0	14,0	14,0
De 270 kg al sacrificio			
Ensilado/heno	<b>Ad libitum</b>	<b>Ad libitum</b>	<b>Ad libitum</b>
Pienso (kg/día)	<b>Ad libitum</b>	1,5	2,0
Proteína bruta (% en dieta)	13,0	13,0	13,0

Los piensos fueron a base de cebada y soja y se formularon para que, junto con la ingestión de forrajes, las ingestas resultasen con la proteína bruta indicada en el cuadro 1. Todos los animales recibieron además los correspondientes complementos vitamínico-minerales.

En cada uno de los sistemas basados en ensilados se realizaron acabados de 45 ó 90 días con 4 ó 5 kg de pienso, según fuese ensilado de maíz ó pradera, y con pienso a voluntad.

Los machos se sacrificaron con 410 kg de peso vivo, y las hembras con 375 kg, de ahí que el peso vivo con el que comenzaron los acabados, varió de acuerdo con la velocidad de crecimiento que se esperaba en este periodo.

Los tratamientos compuestos por 10 animales fueron los siguientes:

- 1.- Alimentación con concentrado y heno a voluntad. (Aparece en Cuadros como pienso ad lib.)
- 2.- Alimentación con ensilado de pradera a voluntad y 2 kg de pienso. (Cuadros: Silo+2 kg pienso)
- 3.- Alimentación con ensilado de pradera a voluntad y 2 kg de pienso con un acabado de 45 días con 5 kg de pienso. (Cuadros: Silo Acab 45 días 5 kg)
- 4.- Alimentación con ensilado de pradera a voluntad y 2 kg de pienso con un acabado de 90 días con 5 kg de pienso. (Cuadros: Silo Acab 90 días 5 kg)
- 5.- Alimentación con ensilado de pradera a voluntad y 2 kg de pienso con un acabado de 45 días con pienso a voluntad. (Cuadros: Silo Acab 45 días ad lib)
- 6.- Alimentación con ensilado de pradera a voluntad y 2 kg de pienso con un acabado de 90 días con pienso a voluntad. (Cuadros: Silo Acab 90 días ad lib)
- 7.- Alimentación con ensilado de maíz a voluntad y 1,5 kg pienso. (Cuadros: Silo+1,5 kg pienso)
- 8.- Alimentación con ensilado de maíz a voluntad y 1,5 kg de pienso con un acabado de 45 días con 4 kg. de pienso. (Cuadros: Silo Acab 45 días 4 kg)
- 9.- Alimentación con ensilado de maíz a voluntad y 1,5 kg de pienso con un acabado de 90 días con 4 kg de pienso. (Cuadros: Silo Acab 90 días 4 kg)
- 10.- Alimentación con ensilado de maíz a voluntad y 1,5 kg de pienso con un acabado de 45 días con pienso a voluntad. (Cuadros: Silo Acab 45 días ad lib)
- 11.- Alimentación con ensilado de maíz a voluntad y 1,5 kg de pienso con un acabado de 90 días con pienso a voluntad. (Cuadros: Silo Acab 90 días ad lib).

Para el despiece de la canal se utilizó la media canal izquierda, sin rabo, sin testículos y sin grasa renal.

A las 48 horas de *postmortem*, se procedió al cuarteo de la media canal al nivel de la 5ª y 6ª costillas, obteniendo así el cuarto delantero y el trasero.

Al retirar la falda en el cuarto trasero obtuvimos la pistola.

Se toma como peso de la canal fría el doble del sumatorio de todas las piezas, así como el hueso y la grasa obtenidas en el despiece.

Las piezas comerciales de carne se agruparon por categorías:

- Extra*: Solomillo y Lomo.
- 1ª A*: Tapa-tapilla, Redondo, Babilla, Cadera y Contra.
- 1ª B*: Culata de contra, Rabillo de cadera, Espalda-espaldilla, Pez y Aguja.
- 2ª*: Jarrete, Llana y Jarrete-brazuelo.
- 3ª*: Falda-costillar, Pescuezo, Pecho, Aleta y Morrillo

A las 24 horas de postsacrificio se extrajeron cinco chuletas (de la 6ª a la 10ª). Sobre ellas se determinó:

- pH en la 6ª chuleta con electrodo de penetración.
- Area y longitudes del *longissimus thoraci* sobre la 6ª y 10ª chuleta.
- Cada uno de los tres parámetros tricromáticos del color ( $L^*$ , luminosidad,  $a^*$ , intensidad de rojo y  $b^*$ , intensidad de amarillo) a las 24 horas, en el *l. thoracis* y grasa subcutánea.
- Capacidad de retención de agua (CRA) (Honikel, 1997), pérdidas por goteo o *Drip loss* (Offer y Knight, 1998) y pérdidas por cocinado (Hamm, 1997).
- Dureza de la carne (fuerza máxima de corte) a las 24 horas, mediante texturometro INSTRON con célula de corte Warner-Bratzler, sobre muestra de 1x1x5 cm cocida a 75<sup>0</sup>C durante 45 minutos.
- Consistencia en una escala de 1 a 3. (1, firme y seca; 2, húmeda y firme y 3, húmeda y blanda).
- Análisis de los componentes químicos: humedad, proteína, grasa y cenizas (Normas Internacionales ISO R-1442, ISO R-937, ISO I-1443, ISO R-936).
- La conformación se determinó atendiendo al desarrollo de los perfiles de la canal, especialmente de la pierna, lomo y espalda. Las categorías adoptadas fueron:
  - Excelente (E)
  - Muy buena (U)
  - Buena (R)
  - Menos buena (P)
  - Mediocre (O).
- La clasificación para el estado de engrasamiento se basó en la cantidad y distribución de la grasa de cobertura, con especial atención en el interior de la capacidad torácica. La escala utilizada fue la siguiente:
  - No graso (1)
  - Poco cubierto (2)
  - Cubierto (3)
  - Graso (4)
  - Muy graso (5).

Para la clasificación de la conformación, cada una de las cinco categorías fijadas fue precedida por un signo “+” ó “-”, de acuerdo con lo cual, se estableció una escala de 15 puntos según el siguiente esquema:

#### Grados de conformación de la canal

P			O			R			U			E		
-	•	+	-	•	+	-	•	+	-	•	+	-	•	+
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Para el estado de engrasamiento se completaron las cinco categorías establecidas con un grado intermedio entre cada una de ellas. El resultado es una escala con 9 puntos, como la que se indica en el cuadro que sigue:

#### Grados de engrasamiento

Magra		Poco cubierta		Cubierta		Grasa		Muy grasa
•	+/-	•	+/-	•	+/-	•	+/-	•
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Para la determinación del veteado de la carne, nos remitimos a 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), aunque nosotros la redujimos a los 5 primeros, para adaptarla a las características de nuestro mercado, razas y sistemas de producción.

### 2.1.- Efecto del tipo de alimentación en la calidad de la canal

Como puede verse en el cuadro 2, el rendimiento de la canal aumenta con el acabado con concentrado limitado o con concentrado a voluntad, e iguala al que se alcanza con el sistema de pienso y heno a voluntad. Lo mismo sucede con la conformación o el engrasamiento de la canal, aunque es interesante observar que el acabado no mejora el rendimiento en el caso de machos alimentados a base de ensilado de maíz. La mejora de la conformación que produce el acabado se manifiesta únicamente en las canales de los machos alimentados con ensilado de pradera. En los alimentados con ensilado de maíz llega a igualar a la de los alimentados con concentrado y heno a voluntad. La conformación de las hembras alimentadas con ensilado de maíz no mejora con los acabados, pero sí lo hace cuando el acabado se realiza con concentrado a voluntad y el ensilado es de pradera. Las únicas canales cuya conformación no alcanzó el nivel de las obtenidas con concentrado y heno a voluntad, fueron las producidas con ensilado de pradera suplementado con 2 kg de concentrado y sin que sufrieran ningún tipo de acabado. El engrasamiento de cobertura de las canales aumenta con los acabados, pero en las canales de la hembras, únicamente se manifiesta cuando la base de la alimentación es el ensilado de pradera.

**Cuadro 2.- Rendimiento, clasificación, grasa de riñonada y % de delantero, trasero y pistola en la canal.**

Sexo	Silo	Sistema	Peso (kg)		Rendimiento (%)	Clasificación		Grasa riñon. (%)	% en la canal de		
			vivo	canal		confor	engras.		delant.	traser.	pistola
Machos	Pra-dera	Pienso ad lib.	400.00	215.68 <sup>a</sup>	53.89 <sup>a</sup>	7.60 <sup>a</sup>	4.13 <sup>ab</sup>	1.43 <sup>a</sup>	37.72	62.28	49.54
		Silo+2 kg piens.	403.31	209.05 <sup>b</sup>	51.82 <sup>b</sup>	6.33 <sup>b</sup>	3.80 <sup>b</sup>	1.17 <sup>b</sup>	37.74	62.26	49.55
		Acab 45 d. 5 kg	403.17	212.67 <sup>b</sup>	52.75 <sup>c</sup>	6.90 <sup>b</sup>	4.07 <sup>ab</sup>	1.26 <sup>b</sup>	37.85	62.15	49.47
		Acab 90 d. 5 kg	402.17	215.25 <sup>b</sup>	53.40 <sup>a</sup>	7.23 <sup>a</sup>	4.40 <sup>a</sup>	1.33 <sup>ab</sup>	38.06	61.94	49.32
		Acab 45 d. ad lib	402.15	212.05 <sup>b</sup>	52.74 <sup>b</sup>	7.17 <sup>a</sup>	4.33 <sup>a</sup>	1.45 <sup>a</sup>	37.74	62.26	49.39
		Acab 90 d. ad lib	401.85	214.42 <sup>b</sup>	53.36 <sup>a</sup>	7.43 <sup>a</sup>	4.47 <sup>a</sup>	1.47 <sup>a</sup>	37.69	62.31	49.52
		Et	4.021	2.358	0.336	0.248	0.163	0.057	0.192	0.192	0.214
	p<	NS	0.05	0.001	0.001	0.005	0.005	NS	NS	NS	
	Maíz	Pienso ad lib.	399.98	215.68	53.89 <sup>a</sup>	7.60	4.13 <sup>a</sup>	1.43 <sup>a</sup>	37.72	62.28	49.54
		Silo+1,5 kg pien.	399.93	210.22	52.56 <sup>b</sup>	7.03	3.67 <sup>b</sup>	1.15 <sup>b</sup>	37.50	62.50	49.61
		Acab 45 d. 4 kg	401.08	211.95	52.82 <sup>b</sup>	7.30	3.90 <sup>ab</sup>	1.18 <sup>b</sup>	37.64	62.36	49.51
		Acab 90 d. 4 kg	402.55	212.56	52.85 <sup>b</sup>	7.30	3.97 <sup>ab</sup>	1.26 <sup>b</sup>	37.77	62.23	49.47
		Acab 45 d. ad lib	400.70	215.31	53.73 <sup>ab</sup>	7.40	4.17 <sup>a</sup>	1.19 <sup>b</sup>	37.80	62.20	49.34
		Acab 90 d. ad lib	399.65	215.64	53.96 <sup>a</sup>	7.53	4.30 <sup>a</sup>	1.48 <sup>a</sup>	37.61	62.39	49.57
Et		3.992	2.371	0.327	0.270	0.160	0.048	0.168	0.169	0.172	
p<	NS	NS	0.005	NS	0.05	0.001	NS	NS	NS		
Hembras	Pra-dera	Pienso ad lib.	370.56	192.29	51.91 <sup>a</sup>	6.77 <sup>a</sup>	5.10 <sup>a</sup>	2.36 <sup>ac</sup>	35.85	64.15	50.68
		Silo+2 kg piens.	373.90	189.60	50.71 <sup>b</sup>	5.93 <sup>b</sup>	4.60 <sup>b</sup>	1.90 <sup>b</sup>	35.79	64.21	51.10
		Acab 45 d. 5 kg	374.74	191.31	51.05 <sup>c</sup>	6.37 <sup>ab</sup>	4.96 <sup>a</sup>	2.20 <sup>a</sup>	35.90	64.10	50.75
		Acab 90 d. 5 kg	377.55	194.68	51.56 <sup>ac</sup>	6.47 <sup>ab</sup>	5.03 <sup>a</sup>	2.31 <sup>ac</sup>	35.97	64.03	50.63
		Acab 45 d. ad lib	374.31	193.07	51.58 <sup>ac</sup>	6.50 <sup>ab</sup>	5.10 <sup>a</sup>	2.46 <sup>c</sup>	35.89	64.11	50.81
		Acab 90 d. ad lib	375.44	194.18	51.73 <sup>ac</sup>	6.57 <sup>a</sup>	5.20 <sup>a</sup>	2.49 <sup>c</sup>	35.88	64.12	50.74
		Et	2.888	1.831	0.259	0.218	0.127	0.087	0.144	0.144	0.180
	p<	NS	0.1	0.005	0.05	0.005	0.001	NS	NS	0.1	
	Maíz	Pienso ad lib.	374.17	192.29 <sup>ab</sup>	51.91 <sup>ac</sup>	6.77	5.10	2.36 <sup>ac</sup>	35.85	64.15	50.68
		Silo+1,5 kg pien.	374.72	190.42 <sup>a</sup>	50.83 <sup>b</sup>	6.50	4.83	1.97 <sup>b</sup>	35.77	64.17	50.67
		Acab 45 d. 4 kg	374.08	192.24 <sup>ab</sup>	51.37 <sup>a</sup>	6.63	4.97	2.18 <sup>a</sup>	35.78	64.22	50.71
		Acab 90 d. 4 kg	376.16	193.24 <sup>ab</sup>	51.71 <sup>ac</sup>	6.80	4.97	2.23 <sup>ac</sup>	35.52	64.48	50.65
		Acab 45 d. ad lib	373.92	193.04 <sup>ab</sup>	51.96 <sup>ac</sup>	6.70	4.97	2.37 <sup>ac</sup>	35.72	64.28	50.74
		Acab 90 d. ad lib	373.75	195.29 <sup>b</sup>	52.37 <sup>ac</sup>	6.77	5.03	2.43 <sup>c</sup>	35.83	64.17	50.69
Et		2.890	1.665	0.288	0.243	0.146	0.071	0.177	0.177	0.192	
p<	NS	0.05	0.001	NS	NS	0.001	NS	NS	NS		
Medias	Pienso ad lib.	385.28	204.0 <sup>ac</sup>	52.90 <sup>a</sup>	7.18 <sup>a</sup>	4.61 <sup>ac</sup>	1.89 <sup>ad</sup>	36.78	63.22	50.10	
	Silo+1,75 kg pie.	387.94	199.82 <sup>b</sup>	51.48 <sup>b</sup>	6.45 <sup>b</sup>	4.22 <sup>b</sup>	1.55 <sup>b</sup>	36.70	63.30	50.23	
	Acab 45 d 4.5 kg	388.34	202.0 <sup>b</sup> <sup>c</sup>	52.00 <sup>cd</sup>	6.80 <sup>c</sup>	4.47 <sup>a</sup>	1.70 <sup>c</sup>	36.79	63.21	50.11	
	Acab 90 d 4.5 kg	389.00	203.37 <sup>a</sup>	52.40 <sup>de</sup>	6.95 <sup>ac</sup>	4.59 <sup>ac</sup>	1.78 <sup>cc</sup>	36.83	63.17	50.02	
	Acab 45 d ad lib	387.19	203.36 <sup>a</sup>	52.50 <sup>ae</sup>	6.94 <sup>ac</sup>	4.64 <sup>ac</sup>	1.87 <sup>dc</sup>	36.79	63.21	50.05	
	Acab 90 d ad lib	387.45	204.89 <sup>a</sup>	52.86 <sup>a</sup>	7.08 <sup>ac</sup>	4.75 <sup>ac</sup>	1.96 <sup>a</sup>	36.75	63.25	50.13	
	Et	1.689	1.040	0.152	0.123	0.075	0.034	0.086	0.086	0.095	
p<	NS	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	NS	NS	NS	

La grasa de riñonada sigue, en líneas generales, la misma pauta que el engrasamiento, aunque, el nivel de grasa de riñonada de los animales alimentados con pienso y heno a voluntad, se alcanza únicamente cuando el acabado se hace con concentrado a voluntad.

El hecho de que la intensidad de las mejoras de la conformación y del engrasamiento sea superior cuando la base de la alimentación es el ensilado de pradera, se debería a que el incremento de la riqueza energética en las dietas de acabado únicamente se produciría de forma importante en el caso del ensilado de pradera (la riqueza energética del ensilado de pradera fue de 9,36 MJ de energía metabolizable (EM) por kilogramo de materia seca (MS), mientras que la de los de maíz fue de 10,60 MJ de EM/ kg de MS).

En su conjunto, las mejoras del acabado son superiores en los machos que en las hembras: del cuadro 2 se deduce que la mejora de la conformación es en los machos de 0,59 puntos, cuando el acabado se hace con 4,5 kg de concentrado, y de 0,80 cuando se hace con concentrado a voluntad. La del engrasamiento es de 0,45 y de 0,65, cuando los acabados se realizan con concentrado limitado o con pienso a voluntad, respectivamente. En las canales de las hembras, estas cifras son de 0,42 y 0,45 para la conformación, y de 0,29 y 0,40, para el engrasamiento. Si comparamos la conformación de las canales de los animales alimentados con pienso y heno a voluntad con las de los alimentados con ensilado y 1,75 kg de pienso diarios, observamos que las primeras son mejores que las segundas, pero esto ocurre de forma significativa únicamente en los animales que consumen ensilado de pradera. Los porcentajes en la canal de los cuartos delanteros, de los traseros o de la pistola, no se modificaron con el tipo de alimentación independientemente del forraje o sexo (cuadro 2).

El porcentaje de carne en la canal no se vió afectado por el acabado. Sí lo hizo el de hueso, que disminuyó, y el de grasa, que aumentó (cuadro 3). Sin embargo, ni el porcentaje de carne, ni el de hueso, varían significativamente cuando se consideran separadamente las canales de cada sexo, independientemente del ensilado consumido. Los escasos efectos observados parecen contradecir lo expuesto por Keane y Drennan (1980) de que un aumento de la ingestión energética lleva a una disminución de los porcentajes de carne y hueso y al aumento del de grasa. Sin embargo, estos mismos autores, indican que estos efectos se acentúan con el aumento del peso canal, y no hay que olvidar que nuestras canales resultaron bastante ligeras. Por otra parte, el efecto del nivel energético de la dieta en la canal es mucho más evidente en las razas más precoces (Geay et al., 1976) y los efectos del aumento del nivel energético de la dieta dependen del tipo genético del animal (Geay et al., 1969). Ni el acabado, ni el sistema de alimentación, afectaron a las áreas del *L thoraci* de las 6ª ó 10ª costillas, lo que fue independiente del tipo de forraje consumido o del sexo. Con los porcentajes de carnes por categorías comerciales sucedió lo mismo (cuadro 3).

**Cuadro 3.- Composición de la canal y áreas del *longissimus thoraci* al nivel de la 6ª y 10ª costillas.**

Sexo	Ensilado	Sistema	% en la canal de			Area		% en la canal de carne			
			Carne	Hueso	Grasa	10ª	6ª	Extra	1ª	2ª	3ª
Machos	Pradera	Pienso ad lib.	74.58	20.09	5.32 <sup>a</sup>	65.77	31.97	10.85	39.05	6.66	17.78
		Silo+2 kg pienso	74.40	20.69	4.90 <sup>b</sup>	64.88	29.82	10.39	38.99	6.85	17.69
		Acab 45 d. 5 kg	74.27	20.83	4.88 <sup>b</sup>	65.47	30.15	10.38	39.19	6.89	17.64
		Acab 90 d. 5 kg	74.09	20.58	5.32 <sup>a</sup>	65.69	30.55	10.41	39.06	6.81	17.59
		Acab 45 d. ad lib	73.98	20.83	5.18 <sup>ab</sup>	65.28	30.38	10.30	39.00	6.82	17.69
		Acab 90 d. ad lib	73.89	20.69	5.42 <sup>a</sup>	65.79	30.29	10.33	38.84	6.80	17.77
		Et	0.267	0.293	0.149	1.417	0.877	0.192	0.348	0.086	0.200
	p<	0.1	0.1	0.01	NS	0.1	0.1	NS	0.1	NS	
	Maíz	Pienso ad lib.	74.58	20.10	5.32 <sup>a</sup>	65.77	31.97	10.85	39.05	6.66	17.78
		Silo+1.5 kg piens	74.93	20.27	4.80 <sup>b</sup>	65.01	30.61	10.96	39.60	6.52	17.63
		Acab 45 d 4 kg	75.14	19.94	4.91 <sup>bd</sup>	65.73	31.09	11.01	39.79	6.49	17.69
		Acab 90 d 4 kg	75.10	19.80	5.10 <sup>ad</sup>	65.78	30.96	11.05	39.70	6.39	17.80
		Acab 45 d ad lib	74.94	20.10	5.07 <sup>ad</sup>	66.34	31.39	10.86	39.48	6.57	17.77
		Acab 90 d ad lib	74.53	20.16	5.30 <sup>ad</sup>	66.77	31.60	10.81	39.32	6.53	17.73
Et		0.260	0.233	0.140	1.283	0.602	0.179	0.371	0.099	0.204	
p<	0.1	0.1	0.001	NS	NS	NS	NS	0.1	NS		
Hembras	Pradera	Pienso ad lib.	73.02	20.00	6.97 <sup>a</sup>	58.62	28.76	10.95	37.83	6.43	17.64
		Silo+2 kg pienso	73.30	20.23	6.26 <sup>b</sup>	58.92	28.52	10.76	38.07	6.56	17.84
		Acab 45 d 5 kg	73.52	20.07	6.41 <sup>ab</sup>	59.07	29.04	10.80	38.03	6.62	17.93
		Acab 90 d 5 kg	73.33	19.89	6.78 <sup>ab</sup>	59.09	29.28	10.83	37.85	6.60	17.92
		Acab 45 d ad lib	73.19	20.16	6.64 <sup>ab</sup>	59.21	28.84	10.74	37.79	6.48	17.99
		Acab 90 d ad lib	72.86	20.22	6.92 <sup>a</sup>	58.91	28.54	10.74	37.74	6.50	17.62
		Et	0.280	0.173	0.227	1.114	0.610	0.152	0.360	0.074	0.177
	p<	0.1	NS	0.05	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
	Maíz	Pienso ad lib.	73.02	20.00	6.97	58.62	28.76	10.95	37.83	6.43	17.64
		Silo+1.5 kg piens	73.27	20.06	6.67	57.56	28.06	10.83	37.83	6.37	17.63
		Acab 45 d 4 kg	73.35	19.79	6.86	57.68	28.34	10.94	37.89	6.36	17.62
		Acab 90 d 4 kg	73.11	19.89	6.97	58.32	28.14	10.89	37.80	6.31	17.70
		Acab 45 d ad lib	73.31	19.75	6.95	58.02	28.10	10.92	38.12	6.31	17.62
		Acab 90 d ad lib	73.24	19.68	7.07	57.78	28.45	10.90	37.99	6.34	17.69
Et		0.284	0.194	0.211	1.167	0.479	0.124	0.363	0.067	0.178	
p<	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS		
Medias	Pienso ad lib.	73.80 <sup>ab</sup>	20.05 <sup>a</sup>	6.15 <sup>a</sup>	62.19	30.36 <sup>a</sup>	10.90	38.17	6.55	17.98	
	Silo+1.75 kg pien	73.94 <sup>ab</sup>	20.45 <sup>b</sup>	5.61 <sup>b</sup>	61.59	29.25 <sup>b</sup>	10.75	38.62	6.57	17.70	
	Acab 45 d 4.5 kg	74.07 <sup>a</sup>	20.16 <sup>a</sup>	5.77 <sup>bc</sup>	61.99	29.65 <sup>ab</sup>	10.82	38.72	6.59	17.72	
	Acab 90 d 4.5 kg	73.91 <sup>ab</sup>	20.04 <sup>a</sup>	6.04 <sup>a</sup>	62.22	29.73 <sup>ab</sup>	10.81	38.60	6.53	17.75	
	Acab 45 d ad lib	73.86 <sup>ab</sup>	20.21 <sup>ab</sup>	5.96 <sup>ac</sup>	62.19	29.68 <sup>ab</sup>	10.75	38.60	6.54	17.77	
	Acab 90 d ad lib	73.63 <sup>b</sup>	20.19 <sup>ab</sup>	6.18 <sup>c</sup>	62.31	29.72 <sup>ab</sup>	10.73	38.47	6.54	17.74	
	Et	0.136	0.104	0.093	0.625	0.305	0.079	0.229	0.038	0.1155	
p<	0.05	0.01	0.001	NS	NS	NS	NS	NS	NS		

## 2.2.- Efecto del sistema de alimentación sobre algunas características de la carne

No parece que el acabado afecte a las pérdidas de agua por goteo, aunque resultan mayores cuando el sistema es de cebadero que cuando se alimenta con ensilado con 1,75 kg de pienso y el acabado se hace con 4,5 kg de pienso (cuadro 4). Sin embargo, sí parece que afecta a las pérdidas por presión ó cocción, aunque únicamente aumentan cuando el acabado se hace con concentrado a voluntad. En cualquier caso, estos efectos son muy pequeños, y no se manifiestan cuando los resultados se analizan para cada tipo de ensilado y para cada sexo. La alimentación no parece ser un criterio de variación importante sobre la capacidad de retención de agua. Alberti et al. (1988) no encontraron diferencias entre terneros frisonos alimentados con distintas dietas forrajeras y con mayor o menor cantidad de concentrado.

Los acabados parece que modifican ligeramente los índices cromáticos de la carne (cuadro 4). El valor de  $L^*$ , obtenido con el acabado de 90 días con 4,5 kg de pienso es mayor que el obtenido con pienso a voluntad durante 90 días, y los índices  $a^*$  (de rojo) y  $b^*$  (de amarillo) tienden a disminuir con el acabado, aunque este último únicamente aumenta cuando el acabado se hace con pienso a voluntad. Sin embargo, estas ligeras variaciones se producirían únicamente en la carne de los animales alimentados con ensilado de maíz cuya carne resulta más clara. Cuando la base de la alimentación es el ensilado de maíz, los índices  $L^*$  y  $a^*$  responden a los distintos sistemas de alimentación, aunque éste último sólo en el caso de los machos.

En cualquier caso, las variaciones de los índices cromáticos de la carne no resultan claros y no parece que hallan seguido una tendencia lógica: el índice  $L^*$  únicamente varió en la carne de los machos Rubio Gallego, el  $a^*$ , en la de los cruzados y los Holstein-Friesian. En las hembras, sólo varió el índice  $a^*$  en la carne de las Hostein-Friesian. Esto parece indicar, como observó Sañudo (1992), que en los rumiantes la naturaleza del alimento influye poco en el color. Alberti et al. (1991) encuentran prácticamente el mismo color en la carne de animales alimentados con pienso o con dietas forrajeras.

El comportamiento del color de la grasa ante los distintos sistemas de alimentación también es confuso. Aunque se observan diferencias significativas en los índices  $L^*$  y  $b^*$  - parece que tanto el índice  $L^*$  como el  $a^*$  disminuyen con el acabado cuando se hace con 4,5 kg de pienso- (cuadro 4). Estas diferencias no se mantienen cuando se considera el efecto en cada uno de los dos sexos separadamente. Sólo se presenta, para el índice  $L^*$ , en la grasa de los machos y, en el índice  $b^*$ , en la de las hembras alimentadas con ensilado de maíz.

**Cuadro 4.- Pérdidas en la carne por goteo, presión y cocción e índices cromáticos de la carne y grasa.**

Sexo	Silo	Sistema	Pérdidas			Ind. cromáticos carne			Ind. cromáticos grasa		
			Goteo	Presión	Cocción	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Machos	Pradera	Pienso ad lib.	1.55	23.99	29.43	38.33	15.27	8.49	66.50	5.89 <sup>a</sup>	11.22 <sup>a</sup>
		Silo+2 kg pienso	1.53	23.78	29.47	37.32	15.58	8.73	66.68	6.74 <sup>b</sup>	12.80 <sup>b</sup>
		Acab. 45 d 5 kg	1.51	24.23	29.62	37.52	15.0	8.75	66.25	6.55 <sup>ab</sup>	12.48 <sup>b</sup>
		Acab 90 d 5 kg	1.63	24.64	29.67	37.99	15.04	8.68	66.19	6.44 <sup>ab</sup>	12.57 <sup>b</sup>
		Acab 45 d ad lib	1.65	24.39	30.35	37.49	15.07	8.59	66.21	6.70 <sup>b</sup>	12.40 <sup>b</sup>
		Acab 90 d ad liba	1.59	24.02	30.01	38.28	15.14	8.53	66.60	6.50 <sup>ab</sup>	12.18 <sup>b</sup>
		Et	0.059	0.394	0.552	0.404	0.243	0.169	0.530	0.284	0.386
	p<	0.1	NS	NS	0.1	0.1	0.1	NS	0.05	0.001	
	Maíz	Pienso ad lib.	1.55	23.99	29.43	38.33 <sup>ac</sup>	15.60 <sup>a</sup>	8.49	66.16 <sup>a</sup>	5.89	11.22
		Silo+1.5 kg piens	1.34	22.86	28.54	39.43 <sup>ab</sup>	14.93 <sup>b</sup>	8.73	68.43 <sup>b</sup>	5.72	11.29
		Acab 45 d 4 kg	1.36	23.20	28.37	39.38 <sup>ab</sup>	14.54 <sup>b</sup>	8.79	68.42 <sup>b</sup>	5.73	11.48
		Acab 90 d 4 kg	1.46	22.74	28.23	39.73 <sup>b</sup>	14.77 <sup>b</sup>	8.87	67.94 <sup>b</sup>	5.76	10.99
		Acab 45 d ad lib	1.44	23.15	29.36	38.97 <sup>ab</sup>	14.95 <sup>b</sup>	8.40	67.68 <sup>ab</sup>	6.10	10.90
		Acab 90 d ad lib	1.45	24.13	29.86	38.28 <sup>c</sup>	14.92 <sup>b</sup>	8.39	67.20 <sup>ab</sup>	5.76	10.44
Et		0.087	0.531	0.676	0.405	0.195	0.195	0.550	0.252	0.330	
p<	0.1	0.1	0.1	0.05	0.001	NS	0.005	NS	0.1		
Hembras	Pradera	Pienso ad lib.	1.57	24.14	29.64	37.17	15.65	9.05	63.32	6.17	11.67
		Silo+2 kg pienso	1.50	24.42	30.05	36.27	15.88	9.10	63.89	6.18	11.82
		Acab. 45 d 5 kg	1.54	24.45	29.93	36.32	15.76	9.09	63.19	6.20	11.75
		Acab 90 d 5 kg	1.52	24.88	29.96	36.35	15.90	9.16	62.67	6.52	11.76
		Acab 45 d ad lib	1.54	24.69	30.54	36.25	15.90	8.96	63.08	6.32	11.88
		Acab 90 d ad lib	1.58	24.69	30.7	36.76	15.62	8.87	62.93	6.27	11.81
		Et	0.043	0.421	0.565	0.338	0.190	0.168	0.540	0.290	0.284
	p<	NS	NS	NS	0.1	NS	NS	NS	NS	NS	
	Maíz	Pienso ad lib.	1.57	24.14	29.64	37.17 <sup>a</sup>	15.65	9.05	63.32	6.17	11.67 <sup>a</sup>
		Silo+1.5 kg piens	1.49	23.43	29.06	38.69 <sup>b</sup>	15.87	9.15	63.25	5.66	10.94 <sup>ab</sup>
		Acab 45 d 4 kg	1.48	23.83	29.26	38.85 <sup>b</sup>	15.63	9.60	63.52	5.57	11.15 <sup>ab</sup>
		Acab 90 d 4 kg	1.51	23.81	29.24	38.57 <sup>bc</sup>	15.53	9.25	63.05	5.91	10.80 <sup>b</sup>
		Acab 45 d ad lib	1.48	24.68	30.03	38.38 <sup>bc</sup>	15.45	8.99	63.08	5.85	10.80 <sup>b</sup>
		Acab 90 d ad lib	1.46	23.79	29.13	37.98 <sup>c</sup>	15.42	9.03	62.96	5.82	10.78 <sup>b</sup>
Et		0.046	0.531	0.729	0.349	0.222	0.215	0.489	0.250	0.279	
p<	NS	NS	NS	0.001	NS	0.1	NS	0.1	0.05		
Medias	Pienso ad lib.	1.56 <sup>a</sup>	24.07 <sup>ab</sup>	29.53 <sup>ab</sup>	37.75 <sup>ab</sup>	15.62 <sup>a</sup>	8.77 <sup>a</sup>	64.72 <sup>ac</sup>	6.03	10.94 <sup>a</sup>	
	Silo+1.75 kg pien	1.47 <sup>b</sup>	23.62 <sup>a</sup>	29.20 <sup>a</sup>	37.94 <sup>ab</sup>	15.58 <sup>c</sup>	9.04 <sup>b</sup>	65.93 <sup>b</sup>	6.07	11.63 <sup>bc</sup>	
	Acab 45 d 4.5 kg	1.47 <sup>b</sup>	23.93 <sup>ab</sup>	29.30 <sup>a</sup>	38.02 <sup>ab</sup>	15.24 <sup>bd</sup>	9.17 <sup>b</sup>	65.41 <sup>ab</sup>	6.01	11.63 <sup>b</sup>	
	Acab 90 d 4.5 kg	1.53 <sup>ab</sup>	24.04 <sup>ab</sup>	29.27 <sup>a</sup>	38.16 <sup>a</sup>	15.31 <sup>cd</sup>	9.04 <sup>b</sup>	64.65 <sup>c</sup>	6.16	11.45 <sup>bc</sup>	
	Acab 45 d ad lib	1.53 <sup>ab</sup>	24.31 <sup>b</sup>	30.21 <sup>bc</sup>	37.77 <sup>ab</sup>	15.34 <sup>ad</sup>	8.74 <sup>a</sup>	64.76 <sup>ac</sup>	6.24	11.14 <sup>ab</sup>	
	Acab 90 d ad lib	1.54 <sup>ab</sup>	24.43 <sup>b</sup>	30.53 <sup>c</sup>	37.57 <sup>b</sup>	15.28 <sup>bd</sup>	8.63 <sup>a</sup>	64.79 <sup>ac</sup>	6.10	11.14 <sup>ac</sup>	
	Et	0.027	0.220	0.316	0.187	0.107	0.094	0.264	0.135	0.160	
	p<	0.05	0.01	0.005	0.05	0.05	0.005	0.005	NS	0.05	

El veteado (cuadro 5) aumentó con el acabado y resultó máximo en el lomo de los animales alimentados con pienso y heno a voluntad y mínimo en los que consumieron ensilado y 1,75 kg de pienso. Este comportamiento se mantiene en los machos, ya sea el ensilado de pradera ya sea de maíz. Sin embargo, en las hembras alimentadas con ensilado de pradera, el aumento del veteado se produce con los dos tipos de acabado, mientras que en las alimentadas con ensilado de maíz no se observa ningún aumento del veteado con los acabados de pienso limitado.

Como puede verse en el cuadro 5, no parece que los sistemas de alimentación afecten significativamente ni a la consistencia, ni a la terneza de la carne, así que parece que esto es independiente del tipo de forraje ensilado consumido. Aunque se ha dicho que el aumento del nivel de nutrición conduce a una mejora de la terneza (Monin, 1989), otros autores, como Alberti et al. (1988), no encontraron diferencias significativas en la terneza entre lotes de terneros con velocidades de crecimiento distintas, y Zea et al. (1999) tampoco encontraron diferencias en la terneza de la carne de terneros acabados en pastoreo o con ensilado de hierba y concentrado y sometidos a dos velocidades de crecimiento.

De la observación del cuadro 5 parece deducirse que las únicas modificaciones notables que producen los sistemas de alimentación en la composición química de la carne son el contenido en grasa y humedad, que aumentan y disminuyen, respectivamente, con los acabados, ya que el contenido en proteína no varía cuando se analizan independientemente por sexo o por tipo de forraje consumido. Sin embargo, es interesante observar cómo la grasa de la carne no aumenta significativamente con los acabados cuando los animales, tanto en el caso de machos como de hembras, se alimentan con ensilado de maíz.

La humedad tampoco se comporta igual en todas las condiciones. No varía en la carne de los machos, independientemente de que sean alimentados a base de ensilado de maíz ó pradera (cuadro 5), pero sí en las hembras, aunque únicamente si se alimentan con ensilado de pradera y el acabado se hace con pienso a voluntad.

En todos los casos en los que se detectaron diferencias significativas, la carne de los animales alimentados a base de concentrados (cebadero) resultó con menos humedad, o lo que es lo mismo, con menos agua. Esto, de alguna forma, confirma los datos de Christie (1981), que indican que el contenido acuoso del músculo se ve afectado por la naturaleza de la dieta. De acuerdo con esto, en dietas isoenergéticas (en nuestro caso no lo fueron) la ración rica en forrajes aumenta el contenido acuoso del músculo, mientras que el consumo de dietas basadas en concentrado incrementa el contenido en grasa de infiltración (Vernon 1986).

Cuadro 5.- Veteado, consistencia, terneza, pH y composición química de la carne.

Sexo	Silo	Sistema	Veteado	Consistencia	Dureza	pH	Composición química carne(%)			
							Proteína	Grasa	Cenizas	Humedad
Machos	Pradera	Pienso ad lib.	1.42 <sup>a</sup>	1.18	6.86	5.49	21.65	1.04 <sup>a</sup>	1.18	76.14
		Silo+2 kg pienso	1.10 <sup>b</sup>	1.15	6.53	5.51	21.70	0.77 <sup>bc</sup>	1.19	76.34
		Acab 45 d 5 kg	1.12 <sup>b</sup>	1.17	6.52	5.53	21.77	0.73 <sup>b</sup>	1.19	76.32
		Acab 90 d 5 kg	1.13 <sup>b</sup>	1.21	6.57	5.49	21.78	0.78 <sup>bc</sup>	1.19	76.25
		Acab 45 d ad lib	1.32 <sup>a</sup>	1.15	7.02	5.50	21.73	0.91 <sup>ac</sup>	1.18	76.20
		Acab 90 d ad lib	1.38 <sup>a</sup>	1.12	7.01	5.50	21.61	1.03 <sup>a</sup>	1.18	76.20
		Et	0.062	0.051	0.335	0.018	0.114	0.067	0.005	0.123
	P<	0.001	NS	NS	0.1	NS	0.001	NS	NS	
	Maíz	Pienso ad lib.	1.42 <sup>a</sup>	1.18	6.88	5.49	21.65	1.04	1.18	76.14
		Silo+1.5 kg piens	1.14 <sup>b</sup>	1.18	7.02	5.51	21.68	0.90	1.18	76.24
		Acab 45 d 4 kg	1.12 <sup>b</sup>	1.15	6.88	5.51	21.61	0.97	1.18	76.23
		Acab 90 d 4 kg	1.17 <sup>b</sup>	1.15	7.14	5.50	21.60	0.98	1.19	76.22
		Acab 45 d ad lib	1.22 <sup>bc</sup>	1.15	7.24	5.51	21.64	1.02	1.18	76.16
		Acab 90 d ad lib	1.33 <sup>ac</sup>	1.15	7.23	5.50	21.56	1.14	1.17	76.12
Et		0.060	0.052	0.287	0.016	0.084	0.063	0.006	0.084	
p<	0.001	NS	NS	NS	NS	NS	0.1	NS		
Hembras	Pradera	Pienso ad lib.	1.93 <sup>a</sup>	1.11	6.66	5.48	21.52	2.46 <sup>a</sup>	1.17 <sup>ab</sup>	74.85 <sup>a</sup>
		Silo+2 kg pienso	1.35 <sup>b</sup>	1.15	6.33	5.47	21.75	1.81 <sup>b</sup>	1.18 <sup>a</sup>	75.28 <sup>b</sup>
		Acab 45 d 5 kg	1.57 <sup>c</sup>	1.14	6.27	5.47	21.65	2.07 <sup>c</sup>	1.17 <sup>a</sup>	75.11 <sup>ab</sup>
		Acab 90 d 5 kg	1.63 <sup>cd</sup>	1.18	6.05	5.48	21.66	2.06 <sup>c</sup>	1.17 <sup>ab</sup>	75.11 <sup>ab</sup>
		Acab 45 d ad lib	1.72 <sup>ac</sup>	1.18	6.44	5.48	21.59	2.30 <sup>ac</sup>	1.17 <sup>ab</sup>	75.03 <sup>ab</sup>
		Acab 90 d ad lib	1.85 <sup>ad</sup>	1.15	6.51	5.46	21.53	2.59 <sup>a</sup>	1.16 <sup>b</sup>	74.84 <sup>a</sup>
		Et	0.079	0.058	0.242	0.011	0.081	0.133	0.004	0.125
	p<	0.001	NS	0.1	0.1	0.1	0.001	0.01	0.05	
	Maíz	Pienso ad lib.	1.93 <sup>a</sup>	1.11	6.66	5.48 <sup>a</sup>	21.52	2.45 <sup>ab</sup>	1.17	74.85
		Silo+1.5 kg piens	1.45 <sup>b</sup>	1.11	6.75	5.48 <sup>a</sup>	21.47	2.17 <sup>a</sup>	1.16	75.17
		Acab 45 d 4 kg	1.48 <sup>b</sup>	1.17	6.82	5.45 <sup>ab</sup>	21.52	2.27 <sup>ab</sup>	1.16	75.02
		Acab 90 d 4 kg	1.45 <sup>b</sup>	1.10	6.72	5.44 <sup>b</sup>	21.52	2.47 <sup>ab</sup>	1.17	74.82
		Acab 45 d ad lib	1.62 <sup>b</sup>	1.17	6.74	5.46 <sup>ab</sup>	21.48	2.37 <sup>ab</sup>	1.16	74.97
		Acab 90 d ad lib	1.65 <sup>b</sup>	1.13	6.69	5.43 <sup>b</sup>	21.48	2.57 <sup>b</sup>	1.16	74.79
Et		0.084	0.047	0.210	0.012	0.096	0.129	0.006	0.137	
p<	0.001	NS	NS	0.05	NS	0.05	NS	0.1		
Medias	Pienso ad lib.	1.67 <sup>a</sup>	1.14	6.76	5.49 <sup>a</sup>	21.72 <sup>a</sup>	1.72 <sup>a</sup>	1.18 <sup>ad</sup>	75.40 <sup>a</sup>	
	Silo+1.75 kg pien	1.26 <sup>b</sup>	1.15	6.66	5.49 <sup>a</sup>	21.59 <sup>b</sup>	1.42 <sup>b</sup>	1.18 <sup>bc</sup>	75.81 <sup>b</sup>	
	Acab 45 d 4.5 kg	1.33 <sup>b</sup>	1.16	6.62	5.49 <sup>a</sup>	21.59 <sup>b</sup>	1.51 <sup>bc</sup>	1.18 <sup>b</sup>	75.72 <sup>bc</sup>	
	Acab 90 d 4.5 kg	1.34 <sup>b</sup>	1.16	6.62	5.48 <sup>ab</sup>	21.60 <sup>b</sup>	1.57 <sup>cc</sup>	1.18 <sup>bd</sup>	75.63 <sup>cd</sup>	
	Acab 45 d ad lib	1.47 <sup>c</sup>	1.16	6.86	5.46 <sup>bc</sup>	21.58 <sup>b</sup>	1.66 <sup>ac</sup>	1.18 <sup>c</sup>	75.62 <sup>cd</sup>	
	Acab 90 d ad lib	1.55 <sup>c</sup>	1.14	6.86	5.44 <sup>c</sup>	21.50 <sup>b</sup>	1.87 <sup>d</sup>	1.17 <sup>c</sup>	75.49 <sup>ad</sup>	
	Et	0.036	0.026	0.127	0.007	0.042	0.052	0.00	0.056	
	p<	0.001	NS	NS	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	

### 2.3.-Efecto del sistema de alimentación en los índices nutricionales de la grasa intramuscular

En el cuadro 6 figuran los índices nutricionales de la grasa intramuscular (determinada en mg/100 g carne) del *L. thoraci* para cada uno de los sistemas estudiados:

AGS (Acidos grasos saturados totales) suma de los ácidos: C8:0 (caprílico), C10:0 (cáprico), C12:0 (laurico), C14:0 (mirístico), C15:0 (pentadecílico), C16:0 (palmítico), C17:0 (margárico), C18:0 (estearico), C20:0 (araquídico), C22:0 (behénico), C23:0 (tricosanoico) y C24:0 (lignocérico).

AGM (Acidos grasos monoinsaturados totales) suma de los ácidos: C14:1(n-5) (miristoleico), C:15:1 (pentadecenoico), C16:1(n-7) (palomitoleico), 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 (Acidos grasos poliinsaturados totales) suma de los ácidos: C18:2(n-6t) (linolelaídico), C18:2(n-6c) (linoleico), C18:3(n-3) ( $\alpha$ -linolénico), C18:3(n-6) ( $\gamma$ -linolénico), C20:2(n-6) (eicosadienoico), C20:3(n-3) (eicosatrienoico), C20:3(n-6) (homolinolénico), C20:4(n-6) (araquidónico), C20:5(n-3) (eicosapentaenoico), C22:2(n-6) (docosadienoico) y C22:6(n-3) (docosahexaenoico).

$\omega$ -3 (Acidos grasos poliinsaturados de la serie  $\omega$ -3) suma de los ácidos: C18:3(n-3) ( $\alpha$ -linolénico), C20:3(n-3) (eicosatrienoico), C20:5(n-3) (eicosapentaenoico) y C22:6(n-3) (docosahexaenoico).

$\omega$ -6 (Acidos grasos poliinsaturados de la serie,  $\omega$ -6) suma de los ácidos: C18:2(n-6t) (linolelaídico), C18:2(n-6c) (linoleico), C18:3(n-6) ( $\gamma$ -linolénico), C20:2(n-6) (eicosadienoico), C22:2(n-6) (docosadienoico), C20:3(n-6) (homolinolénico) y C20:4(n-6) (araquidónico).

Relación AGP/AGS y relación  $\omega$ -6/ $\omega$ -3: relación entre las series de ácidos grasos poliinsaturados de las series  $\omega$ -6 y  $\omega$ -3.

Como habían observado, entre otros, Dolezal et al. (1982) o Varela (2002), el nivel energético de la ración influye, no sólo en el nivel de engrasamiento, sino también en la composición de los ácidos grasos de la grasa de la carne.

Los ácidos C12:0 (laurico), C14:0 (mirístico), C14:1 (miristoleico), C16:0 (palmítico), C17:0 (margárico), C18:0 (estearico), C18:2(n-6t) (linolelaídico), C18:2(n-6c) (linoleico), C20:0 (araquídico), C18:3(n-6) ( $\gamma$ -linolénico) C20:2(n-6) (eicosadienoico),

C22:0 (behénico), C20:3(n-6) (homolinolénico), C22:1(n-9) (erúcico) y C22:2 (docosadienoico), aumentan, en general, con el nivel de concentrados en la ración y con la duración del acabado, al tiempo que los niveles más bajos se dan en la carne de los animales que se alimentaron con ensilado a voluntad y 1,75 kg de pienso por cabeza y día.

Las variaciones en la cantidad de los ácidos C14:1 (miristoleico) y C16:0 (palmítico) debido al régimen de alimentación, únicamente resultaron significativas en el caso de los machos y en el caso del ácido erúcico C22:1(n-9). Cuando se consideran los sexos separadamente las diferencias tampoco resultan significativas.

El nivel de los ácidos C20:4(n-6) (araquidónico) y C24:0 (lignocérico) también aumentan con el nivel energético de la ración, pero las diferencias únicamente resultaron significativas al 10% de probabilidad. De todos modos, en el caso del ácido araquidónico, la variación debido a la alimentación sí resultó significativa en los machos.

Por el contrario los ácidos C18:1 (n-9c) (oleico), C20:1(n-9) (eicosenoico), C18:3(n-3) ( $\alpha$ -linolénico), C20:3(n-3) (eicosatrienoico), C20:5(n-3) (eicosapentanoico) y el C22:6(n-3) (docosahexaenoico) presentan sus niveles más bajos cuando aumenta el nivel energético de la ración, esto es, cuando aumenta el consumo de concentrados. Aunque en las hembras alimentadas con ensilado de maíz, este efecto no es tan claro.

Por otra parte, los ácidos C:8 (caprílico), C:10 (cáprico), C15:0 (pentadecílico), C15:1 (pentadecenoico), C16:1(n-7) (palmitoleico), C17:1 (margaroleico), C18:1(n-9t) (eláidico), C23:0 (tricosanoico) y C24:1(n-9) (nervónico) no se vieron afectados por el sistema de producción.

Algunos autores (Mandell et al., 1998; Varela, 2002) establecen que los AGS más abundantes, como son el palmítico, el estearico ó el araquídico no se modifican con la dieta. No ocurrió así en nuestro caso: los AGS aumentaron con la cantidad de pienso en la ración, lo que contribuyó a que el total creciese con el nivel energético de la dieta.

El aumento del total de AGS y el descenso de los insaturados (en nuestro caso menos acentuado en los AGM que en los AGP) con el incremento de la cantidad de concentrados consumidos, se produjo independientemente del tipo de forraje. En el caso de los machos alimentados a base de ensilado de pradera, si bien los AGM también disminuyeron con el nivel de pienso consumido, no lo hicieron de forma significativa (cuadro 6).

**Cuadro 6.- Efecto del tipo de ensilado y del sistema de producción sobre los índices nutricionales: AGS, AGM, AGP,  $\omega$ -6,  $\omega$ -3 y relación AGS/AGM y  $\omega$ -6/ $\omega$ -3, en la grasa intramúscular de *L. thoracis* de terneros machos y hembras.**

Sexo	Silo	Sistema	AGS	AGM	AGP	$\omega$ -6	$\omega$ -3	AGP/AGS	$\omega$ -6/ $\omega$ -3	
Machos	Pradera	Pienso ad lib.	1089.0 <sup>a</sup>	1065.3	139.07 <sup>ab</sup>	90.391 <sup>a</sup>	48.679 <sup>a</sup>	0.128 <sup>a</sup>	1.926 <sup>a</sup>	
		Silo+2 kg piens	898.20 <sup>b</sup>	1147.5	150.32 <sup>a</sup>	70.446 <sup>b</sup>	79.876 <sup>b</sup>	0.170 <sup>b</sup>	0.897 <sup>b</sup>	
		Acab 45 d 5 kg	950.62 <sup>bc</sup>	1169.8	139.22 <sup>ab</sup>	71.524 <sup>b</sup>	67.698 <sup>c</sup>	0.148 <sup>c</sup>	1.062 <sup>bc</sup>	
		Acab 90 d 5 kg	984.65 <sup>c</sup>	1110.2	135.66 <sup>ab</sup>	75.222 <sup>b</sup>	60.439 <sup>cd</sup>	0.140 <sup>ac</sup>	1.274 <sup>cd</sup>	
		Acab 45 d ad lib.	1010.1 <sup>c</sup>	1140.8	138.10 <sup>ab</sup>	78.551 <sup>bc</sup>	59.552 <sup>d</sup>	0.138 <sup>ac</sup>	1.356 <sup>d</sup>	
		Acab 90 d ad lib.	1073.3 <sup>a</sup>	1159.6	133.26 <sup>b</sup>	85.844 <sup>ac</sup>	47.416 <sup>a</sup>	0.125 <sup>a</sup>	1.913 <sup>a</sup>	
		Et	25.164	47.638	5.603	3.841	3.002	0.007	0.095	
		p<	0.001	NS	0.05	0.001	0.001	0.001	0.001	
		Maíz	Pienso ad lib.	1108.4 <sup>a</sup>	1086.6 <sup>a</sup>	131.33 <sup>a</sup>	88.491 <sup>a</sup>	42.841 <sup>a</sup>	0.119 <sup>a</sup>	2.115 <sup>a</sup>
	Silo+1,5 kg pien		932.81 <sup>b</sup>	1215.7 <sup>ab</sup>	153.22 <sup>b</sup>	73.404 <sup>b</sup>	79.821 <sup>b</sup>	0.167 <sup>b</sup>	0.936 <sup>b</sup>	
	Acab 45 d 4 kg		1014.3 <sup>ab</sup>	1360.2 <sup>b</sup>	145.69 <sup>b</sup>	72.122 <sup>b</sup>	73.569 <sup>b</sup>	0.149 <sup>b</sup>	0.988 <sup>b</sup>	
	Acab 90 d 4 kg		1065.8 <sup>a</sup>	1209.6 <sup>ab</sup>	121.24 <sup>a</sup>	69.008 <sup>b</sup>	52.229 <sup>c</sup>	0.117 <sup>a</sup>	1.357 <sup>c</sup>	
Acab 45 d ad lib.	1043.6 <sup>a</sup>		1137.6 <sup>a</sup>	129.42 <sup>a</sup>	79.072 <sup>ab</sup>	50.349 <sup>cd</sup>	0.126 <sup>a</sup>	1.626 <sup>d</sup>		
Acab 90 d ad lib.	1069.1 <sup>a</sup>		1098.6 <sup>a</sup>	129.44 <sup>a</sup>	84.539 <sup>a</sup>	44.904 <sup>ad</sup>	0.122 <sup>a</sup>	1.944 <sup>a</sup>		
	Et	35.723	61.893	5.287	3.941	2.606	0.007	0.092		
	p<	0.001	0.005	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001		
Hembras	Pradera	Pienso ad lib.	1276.7 <sup>a</sup>	1320.7 <sup>a</sup>	133.55 <sup>a</sup>	87.114 <sup>a</sup>	46.437 <sup>a</sup>	0.105 <sup>ac</sup>	1.938 <sup>a</sup>	
		Silo+2 kg pienso	1090.2 <sup>b</sup>	1260.6 <sup>b</sup>	150.03 <sup>b</sup>	69.074 <sup>b</sup>	80.958 <sup>b</sup>	0.140 <sup>b</sup>	0.885 <sup>b</sup>	
		Acab 45 d 5 kg	1120.5 <sup>b</sup>	1299.4 <sup>ab</sup>	142.27 <sup>ab</sup>	72.277 <sup>b</sup>	69.988 <sup>c</sup>	0.130 <sup>b</sup>	1.058 <sup>b</sup>	
		Acab 90 d 5 kg	1140.4 <sup>b</sup>	1435.5 <sup>ac</sup>	135.97 <sup>ab</sup>	75.545 <sup>bc</sup>	60.422 <sup>d</sup>	0.123 <sup>bc</sup>	1.269 <sup>c</sup>	
		Acab 45 d ad lib.	1169.0 <sup>ab</sup>	1450.4 <sup>ac</sup>	137.36 <sup>ab</sup>	76.442 <sup>bc</sup>	60.914 <sup>d</sup>	0.120 <sup>ac</sup>	1.298 <sup>c</sup>	
		Acab 90 d ad lib.	1253.0 <sup>a</sup>	1510.5 <sup>c</sup>	128.64 <sup>a</sup>	83.354 <sup>ac</sup>	45.290 <sup>a</sup>	0.104 <sup>a</sup>	1.894 <sup>a</sup>	
		Et	40.176	62.113	5.829	3.741	3.308	0.007	0.076	
		p<	0.005	0.005	0.01	0.001	0.001	0.001	0.001	
		Maíz	Pienso ad lib.	1320.8 <sup>a</sup>	1519.3 <sup>a</sup>	123.95 <sup>a</sup>	84.747 <sup>a</sup>	39.200 <sup>a</sup>	0.095 <sup>a</sup>	2.269 <sup>a</sup>
	Silo+1,5 kg pien		1075.4 <sup>b</sup>	1251.8 <sup>b</sup>	154.38 <sup>b</sup>	74.599 <sup>b</sup>	79.781 <sup>b</sup>	0.147 <sup>b</sup>	0.970 <sup>b</sup>	
	Acab 45 d 4 kg		1127.8 <sup>b</sup>	1674.6 <sup>a</sup>	138.83 <sup>c</sup>	75.133 <sup>b</sup>	63.692 <sup>c</sup>	0.125 <sup>c</sup>	1.224 <sup>c</sup>	
	Acab 90 d 4 kg		1165.0 <sup>bc</sup>	1515.1 <sup>a</sup>	127.46 <sup>ac</sup>	75.404 <sup>ab</sup>	52.059 <sup>d</sup>	0.111 <sup>ac</sup>	1.486 <sup>d</sup>	
Acab 45 d ad lib.	1258.0 <sup>ac</sup>		1714.5 <sup>a</sup>	137.87 <sup>ac</sup>	75.939 <sup>ab</sup>	61.932 <sup>c</sup>	0.111 <sup>ac</sup>	1.263 <sup>cd</sup>		
Acab 90 d ad lib.	1293.1 <sup>a</sup>		1619.0 <sup>a</sup>	124.23 <sup>a</sup>	81.536 <sup>ab</sup>	42.690 <sup>a</sup>	0.098 <sup>a</sup>	1.956 <sup>e</sup>		
	Et	43.643	85.725	5.976	3.893	3.418	0.007	0.099		
	p<	0.001	0.001	0.001	0.05	0.001	0.001	0.001		
Medias		Pienso ad lib.	1196.2 <sup>ac</sup>	1275.9 <sup>ac</sup>	127.83 <sup>a</sup>	85.423 <sup>a</sup>	42.405 <sup>a</sup>	0.108 <sup>a</sup>	2.097 <sup>a</sup>	
		Silo+1,75 kg pie	999.51 <sup>b</sup>	1232.3 <sup>a</sup>	150.73 <sup>b</sup>	71.069 <sup>b</sup>	79.661 <sup>b</sup>	0.155 <sup>b</sup>	0.916 <sup>b</sup>	
		Acab 45 d 4,5 kg	1051.0 <sup>c</sup>	1373.3 <sup>b</sup>	141.32 <sup>c</sup>	72.767 <sup>b</sup>	68.552 <sup>c</sup>	0.138 <sup>c</sup>	1.087 <sup>c</sup>	
		Acab 90 d 4,5 kg	1084.1 <sup>cd</sup>	1314.3 <sup>bc</sup>	130.84 <sup>d</sup>	74.460 <sup>bc</sup>	56.380 <sup>d</sup>	0.124 <sup>d</sup>	1.361 <sup>d</sup>	
		Acab 45 d ad lib.	1118.8 <sup>d</sup>	1347.5 <sup>bc</sup>	137.19 <sup>c</sup>	78.344 <sup>c</sup>	58.847 <sup>d</sup>	0.125 <sup>d</sup>	1.387 <sup>d</sup>	
		Acab 90 d ad lib.	1171.4 <sup>e</sup>	1345.6 <sup>bc</sup>	129.05 <sup>ad</sup>	83.892 <sup>a</sup>	45.161 <sup>a</sup>	0.113 <sup>a</sup>	1.924 <sup>e</sup>	
		Et	19.312	28.173	2.127	1.626	1.373	0.003	0.047	
	p<	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001		

El incremento de los ácidos grasos saturados y la disminución de los insaturados con el nivel energético de la dieta, ya fue observado con animales en pastoreo por Moloney et al. (2001) y por Moreno (2004). Larick y Turner (1989) también habían observado que la inclusión de forraje en la dieta de machos castrados aumentaba la cantidad de AGP en el músculo respecto a los alimentados con pienso a base de cereales. Una consecuencia del aumento del contenido en AGP y AGS es que la relación de AGP/AGS resultó mínima en la carne de los animales alimentados en cebadero con pienso y máxima en la de los que consumieron ensilado con las cantidades mínimas de concentrado (1,75 kg/día) (cuadro 6). Esta relación fue disminuyendo a medida que aumentaba el pienso consumido. La mejora con la disminución de los concentrados en las dietas de la relación AGP/AGS, desde el punto de vista dietético, coincide con los resultados de French et al. (2000) o Moreno (2004).

Los ácidos grasos de la serie  $\omega$ -6 aumentaron con el nivel de concentrados en la ración, mientras que los de la serie  $\omega$ -3 disminuyeron. Esto coincide con los resultados de autores como Enser et al. (1998), French et al. (2000) ó Moloney (2001). La consecuencia es que la duración del acabado, y el nivel de concentrado en el mismo, aumenta el nivel de los ácidos de la serie  $\omega$ -6 y disminuye los de la serie  $\omega$ -3, independientemente del forraje consumido (cuadro 6).

Todos los ácidos grasos de la serie  $\omega$ -6 variaron, excepto el araquidónico, que solo lo hizo al 10% de probabilidad y únicamente en la carne de los machos alimentados a base de ensilado de pradera. El que presentó más variación fue el  $\gamma$ -linolénico, y el que menos el docosadienoico.

Todos los ácidos grasos de la serie  $\omega$ -3 alcanzaron valores mínimos en los animales que consumieron más concentrado. El que presentó más variabilidad fue el  $\alpha$ -linolénico y el que menos el docosahexanoico.

Mitchell et al. (1991), entre otros, ya señalaron que las dietas basadas en forrajes aumentan los niveles de los ácidos poliinsaturados de la serie  $\omega$ -3 y las basadas en grano o concentrados incrementan el de los ácidos poliinsaturados de la serie  $\omega$ -6 como reflejo de las diferencias en la composición de la dieta. Marmer et al. (1984) lo explican porque el pasto y los forrajes son ricos en ácido  $\alpha$ -linolénico, precursor de los ácidos de la serie  $\omega$ -3, y los cereales en ácido linoleico, precursor de los de la serie  $\omega$ -6 (Marmer et al., 1984). Estas diferencias en la composición de las grasas corporales, serian responsables, en parte, de las diferencias en el "flavor" de la carne producida con forrajes o concentrados (Larick y Turner, 1989).

Enser et al. (1998) observaron que la relación de los ácidos  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 es mayor en los animales alimentados con concentrados que en los alimentados con forrajes.

Nosotros, si bien encontramos incrementos en esta relación al ir aumentando el pienso en la dieta, observamos que éstos resultaron menores. La relación  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 resultó 2,30; 2,10; 1,51; 1,48 y 1,19 veces mayor en animales alimentados con pienso a voluntad que en los alimentados con ensilado más 1,75 kg de pienso por cabeza y día, y que en aquellos que, habiendo sido alimentados con ensilado, se les realizó acabados de 45 ó 90 días con 4,5 kg de pienso o con pienso a voluntad, respectivamente (cuadro 6).

La magnitud de las variaciones en la relación  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 debido a la dieta, y en concreto a la cantidad de concentrados consumidos, no parece que dependan del tipo de forraje de la dieta.

Las discrepancias en la magnitud de las diferencias entre las relaciones de ácidos poliinsaturados de las series  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 debido al tipo de alimentación, pueden deberse a que los animales utilizados por Enser et al. (1998), a diferencia de los nuestros, eran castrados, de razas que engrasan más (cruces de Hereford con Holstein y Angus) y el forraje era pasto fresco.

Por otra parte, no se debe olvidar que la mayoría de este tipo de estudios se han llevado a cabo en Estados Unidos o en países de Europa donde las canales están mucho más engrasadas que en Galicia, y el engrasamiento, en sí mismo, afecta a la composición de los lípidos, porque los triacilglicéridos (fracción lipídica mayoritaria en ganado vacuno), aumentan con el grado de engrasamiento y son menos insaturados que los fosfolípidos, cuya proporción es más estable (Marmar et al., 1984). Además, la mayoría de los estudios están realizados con terneros castrados, que son más grasos.

Desde el punto de vista de la dietética humana, de estos resultados se deduce que sería recomendable reducir el empleo de concentrados en la producción de animales para abasto y, cuando sea imprescindible realizar el acabado por razones comerciales de mejora de la conformación de las canales, hacerlo con la mínima cantidad posible de concentrados.

### **3.- COMPARACIÓN ENTRE LOS EFECTOS MEJORANTES EN LA CANAL Y EN LA CARNE DEBIDOS AL ACABADO O AL INCREMENTO DEL PESO DE SACRIFICIO**

#### **3.1.- Terneros alimentados a base de ensilados**

Los acabados de 45 ó 90 días se realizaron con 5 kg de pienso por cabeza y día, si el ensilado era de pradera, 4 kg si era de maíz, o con pienso a voluntad.

Los animales se sacrificaron a 400 kg de peso vivo. Previamente los terneros habían consumido ensilado a voluntad y 1,5 o 2 kg de pienso por cabeza y día, según que el ensilado fuese de maíz ó de pradera.

Los terneros sacrificados con distintos pesos (370, 410 y 450 kg) se alimentaron con ensilado de pradera y 2 kg de pienso o con ensilado de maíz y 1,5 kg de concentrado.

Los terneros correspondían a las razas Rubio Gallego, Holstein-Friesian y al cruce entre ambas.

### 3.1.1.- Terneros alimentados a base de ensilados de pradera

Como puede observarse en los cuadros 2 y 7, tanto los acabados en sus dos modalidades como el incremento del peso de sacrificio producen en las canales los mismos tipos de mejora. Esto es mejoran el rendimiento, la conformación, el engrasamiento y la grasa de riñonada. Sin embargo, los efectos no son iguales en las tres razas. El rendimiento canal no mejoró en los Holstein-Friesian cuando el acabado se realiza con 5 kg de pienso, y en los Rubio Gallegos, cuando se incrementó el peso de sacrificio.

**Cuadro 7.- Efecto del incremento del peso de sacrificio, en terneros alimentados a base de ensilado de pradera, en el rendimiento (%), clasificación de la canal, grasa de riñonada y proporción de delantero, trasero y pistola.**

Peso de sacrificio	Peso		Rdto	Calidad canal		Grasa de riñonada	% en la canal de		
	sacrificio	canal		conform.	engras.		delantero	trasero	pistola
375	370.72 <sup>a</sup>	192.62 <sup>a</sup>	51.94 <sup>a</sup>	5.90 <sup>a</sup>	3.93 <sup>a</sup>	1.12 <sup>a</sup>	37.99	62.01	49.38
410	409.20 <sup>b</sup>	214.57 <sup>b</sup>	52.43 <sup>a</sup>	6.27 <sup>a</sup>	4.30 <sup>ab</sup>	1.16 <sup>ab</sup>	38.05	61.92	49.21
450	450.88 <sup>c</sup>	238.59 <sup>c</sup>	52.92 <sup>b</sup>	6.87 <sup>b</sup>	4.63 <sup>b</sup>	1.30 <sup>b</sup>	38.08	61.92	49.02
Et	3.211	1.790	0.244	0.198	0.156	0.053	0.174	0.174	0.201
p<	0.001	0.001	0.01	0.001	0.005	0.05	NS	NS	NS

Los acabados mejoraron la conformación, aunque únicamente lo hacen de forma significativa en el caso de los terneros Rubio Gallegos. Sin embargo, el aumento del peso de sacrificio mejoró la conformación, no sólo en los terneros Rubio Gallegos sino también en los cruzados de éstos con Holstein-Friesian, aunque en este último caso, con un índice de fiabilidad de únicamente el 10%. Y si bien vimos cómo los acabados mejoraban el engrasamiento, esto se debió exclusivamente a los animales Holstein-Friesian. El aumento del peso de sacrificio mejoró el engrasamiento en todas las razas.

La grasa de riñonada aumentó con los acabados y con el incremento del peso de sacrificio. El efecto es más acusado con el acabado con pienso a voluntad. El efecto del

incremento del peso de sacrificio fue similar al del acabado con 5 kg de pienso (cuadros 2 y 7).

Si observamos el cuadro 3, podemos ver que los acabados no afectaron a las áreas del *l. Thoraci*, que, sin embargo, aumentaron cuando el peso de sacrificio pasó de 375 a 450 kg (cuadro 8). El único componente de la composición de la canal que se modificó (cuadros 3 y 8), por el efecto del acabado o del aumento del peso de sacrificio, fue la grasa, que aumentó, no modificándose ni la carne ni el hueso. Ahora bien, conviene aclarar que el aumento del porcentaje de grasa en la canal viene afectado por el nivel de concentrado en el acabado y por la raza, pues únicamente se produce cuando el acabado se hace con pienso a voluntad y en la raza Holstein-Friesian.

**Cuadro 8.- Efecto del incremento del peso de sacrificio, en terneros alimentados a base de ensilado de pradera, en las áreas del *L thoraci* medidas al nivel de la 6ª y 10ª costillas y en la composición de las canales en carne, hueso y grasa, así como en las proporciones de carne de las distintas categorías comerciales en las canales.**

Peso de sacrificio	Area <i>L. thoraci</i>		% en la canal de			% en la canal de carne de			
	10ª cost.	6ª cost.	carne	hueso	grasa	Extra	1ª	2ª	3ª
375	62.57 <sup>a</sup>	28.70 <sup>a</sup>	74.25	21.38	4.37 <sup>a</sup>	10.39	38.88	6.83	18.01
410	64.99 <sup>ab</sup>	29.79 <sup>a</sup>	73.94	21.15	4.91 <sup>b</sup>	10.36	38.68	6.74	18.01
450	67.47 <sup>b</sup>	32.73 <sup>b</sup>	73.83	20.93	5.24 <sup>b</sup>	10.36	38.60	6.71	18.02
Et	0.890	0.830	0.228	0.197	0.158	0.088	0.210	0.094	0.170
P<	0.001	0.001	NS	NS	0.001	NS	NS	NS	NS

Las escasas mejoras producidas por los acabados serían debidas a que el efecto del nivel energético de la dieta es mucho más evidente en razas precoces. En animales de razas tardías los tejidos evolucionan todos de forma similar y no se modifica sustancialmente la composición (Geay et al., 1976). En este sentido cabe explicar los resultados, ya que las razas utilizadas son de maduración tardía y gran formato -aunque la Holstein-Friesian es ligeramente más precoz, lo que a su vez explicaría el que en esta raza la pequeña mejora que produce el acabado fuese algo mayor. El aumento de energía incrementa considerablemente los depósitos adiposos y disminuye el músculo y el hueso en las canales de razas precoces de una misma edad. En los animales de razas más tardías esto no es tan evidente (Geay y Berenger, 1969). Keane y Drennan (1980) a su vez indican que el efecto del nivel energético de la dieta se acentúa con el aumento del peso de la canal y no hay que olvidar que nuestras canales eran bastante ligeras.

Puede sorprender que el incremento del peso de sacrificio no produjese, como quedó establecido por Butterfield (1974), una disminución en las proporciones de músculo y de hueso, y aumento de la grasa. Esto se puede explicar porque en la fase de

adolescencia, previa a la pubertad, el desarrollo se caracteriza por un notable aumento de todos los tejidos, sin prácticamente cambios relativos entre ellos (Cabrero, 1991a y b), y los terneros utilizados en estos experimentos estarían próximos a esta fase.

En los cuadros 4 y 9 se indica cómo el tipo de acabado o el aumento del peso de sacrificio no afecta a las pérdidas de agua por goteo, presión o cocción, ni a los índices cromáticos de la carne. El incremento del peso de sacrificio únicamente afectó al índice cromático  $b^*$ , de amarillo de la grasa, que aumenta cuando lo hace el peso de sacrificio. El veteado o infiltración grasa de la carne, medida en el *l. Thoraci*, no se modificó de forma significativa cuando el acabado se hizo con cantidades limitadas de pienso, pero aumentó cuando el acabado se realizó con concentrados a voluntad (cuadro 5) únicamente en el caso de animales Holstein-Friesian. El efecto del peso de sacrificio en el veteado (cuadro 10), resultó algo mayor que el del acabado, ya que afectó, además de a la carne de los terneros Holstein-Friesian, a la de los cruzados de Rubio por Holstein.

**Cuadro 9.- Efecto del incremento del peso de sacrificio en terneros alimentados a base de ensilado de pradera, en las pérdidas de agua e índices cromáticos de la carne y grasa subcutánea.**

Peso de sacrificio	Pérdidas de agua por			Ind. cromáticos carne			Ind. cromáticos grasa		
	goteo	presión	cocción	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$L^*$	$a^*$	$b^*$
375	1.55	24.44	31.13	36.53	15.50	7.88	68.77	6.28	11.23 <sup>a</sup>
410	1.64	24.48	30.89	36.55	15.42	7.86	68.13	6.24	11.50 <sup>ab</sup>
450	1.60	25.00	31.01	36.28	15.70	7.94	67.45	6.64	12.30 <sup>b</sup>
Et	0.056	0.335	0.400	0.296	0.167	0.157	0.558	0.273	0.329
P<	NS	NS	NS	NS	NS	NS	0.1	NS	0.05

**Cuadro 10.- Efecto del incremento del peso de sacrificio en terneros alimentados a base de ensilado de pradera, en el veteado, consistencia, terneza, pH y composición química de la carne.**

Peso de sacrificio	Veteado	Consiste.	Dureza	pH	Composición química carne (%)			
					proteína	grasa	cenizas	humedad
375	1.08 <sup>a</sup>	1.11	7.39	5.48	21.73	0.82 <sup>a</sup>	1.21 <sup>a</sup>	76.24
410	1.25 <sup>ab</sup>	1.11	7.32	5.47	21.68	0.99 <sup>ab</sup>	1.20 <sup>b</sup>	76.14
450	1.38 <sup>b</sup>	1.04	7.26	5.47	21.65	1.07 <sup>b</sup>	1.20 <sup>b</sup>	76.08
Et	0.060	0.041	0.256	0.12	0.062	0.062	0.005	0.072
P<	0.001	NS	NS	NS	NS	0.01	0.05	NS

Ni la terneza ni la consistencia de la carne se vió modificada por hacer acabados o por aumentar el peso de sacrificio. El acabado con 5 kg de concentrado por cabeza y día, o su duración, no afectó a la composición química de la carne (cuadros 5 y 10), mientras que cuando el acabado se realiza con pienso a voluntad aumenta el contenido en grasa. Sin embargo, cuando se consideran las razas por separado, el acabado con pienso a voluntad no afecta significativamente al contenido graso de la carne, y, aunque el aumento del peso de sacrificio y por ello el de la canal, hace que aumente el contenido en grasa en la carne (cuadro 10), esto se produce únicamente, de forma significativa, en la carne de los animales cruzados de Rubio Gallego por Holstein-Friesian.

En resumen, se puede decir, que incrementando el peso de sacrificio de animales alimentados a base de ensilado de pradera, se pueden conseguir mejoras de la calidad de la canal y la carne similares o superiores las obtenidas con los acabados. En el caso de las canales, con los acabados y con el aumento de peso de sacrificio se mejoró el rendimiento, la conformación, el engrasamiento de cobertura y la grasa de riñonada. La composición de las canales, por tejidos o por calidades comerciales de carne, no se modifica ni con los acabados ni aumentando el peso de sacrificio de 375 a 450 kg. Sin embargo, es importante considerar que el aumento del peso de sacrificio conlleva incrementos en las áreas del lomo. Por lo que se refiere a la carne lo único que destaca es que el aumento del peso de sacrificio no afectó negativamente a la terneza ni al color de la carne o grasa, efectos que tampoco mejoraron con los acabados. El veteado mejora con el incremento del peso de sacrificio y con el acabado con concentrados a voluntad. El incremento del peso de sacrificio no afectó de forma significativa a ninguno de los índices nutricionales que se indican en el cuadro 11. Como ya vimos (cuadro 6), los acabados aumentan el nivel de los ácidos grasos saturados (AGS) y los insaturados de la serie  $\omega$ -6 (de forma significativa únicamente cuando el acabado se realiza con pienso a voluntad) y disminuyen el de los poliinsaturados totales (AGP) y los poliinsaturados de las series  $\omega$ -3.

**Cuadro 11.- Efecto del incremento del peso de sacrificio, en terneros alimentados a base de ensilado de pradera, sobre los índices nutricionales: ácidos grasos totales (AGS), monoinsaturados totales (AGM), poliinsaturados totales (AGP), poliinsaturados de las series  $\omega$ -6 y  $\omega$ -3 y relación AGS/AGM y  $\omega$ -6/ $\omega$ -3, en la grasa intramuscular de *L. thoracis*.**

Peso sacrificio	AGS	AGM	AGP	$\omega$ -6	$\omega$ -3	AGP/AGS	$\omega$ -6/ $\omega$ -3
375	1015.1	1279.8	150.04	84.706	65.334	0.159	1.359
410	951.91	1174.3	136.19	74.349	61.838	0.158	1.255
450	987.93	1331.8	142.97	77.041	95.930	0.156	1.241
Et	82.204	105.30	136.19	9.915	3.851	0.017	0.180
p<	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Las relaciones AGP/AGS y  $\omega$ -6/ $\omega$ -3, que disminuyen y aumentan, respectivamente, con los acabados, tampoco se modifican significativamente por el hecho de aumentar el peso de sacrificio.

### 3.1.2.- Terneros alimentados a base de ensilados de maíz

De las características estudiadas en las canales como rendimiento, conformación, engrasamiento o grasa de riñonada, ninguna se vió modificada por el acabado con 5 kg de pienso, excepto la grasa de riñonada, que aumentó. El acabado con concentrado a voluntad mejoró el rendimiento, el engrasamiento y la grasa de riñonada (cuadro 2). El incremento del peso de sacrificio mejoró el rendimiento, la conformación el engrasamiento y la grasa de riñonada (cuadro 12).

**Cuadro 12.- Efecto del incremento del peso de sacrificio, en terneros alimentados a base de ensilado de maíz, en el rendimiento (%), clasificación de la canal, cubrición riñón, grasa de riñonada y proporción de delantero, trasero y pistola.**

Peso sacrificio	Peso		Rdto (%)	Clasif. canal		Grasa riñón	% en la canal de		
	Sacrif.	Canal		Conf.	Engras.		Delant.	Trasero	Pistola
375	370.42 <sup>a</sup>	194.99	52.65 <sup>a</sup>	6.63 <sup>a</sup>	3.87 <sup>a</sup>	1.28 <sup>a</sup>	38.00	62.00	49.63 <sup>a</sup>
410	409.78 <sup>b</sup>	218.03	53.22 <sup>ab</sup>	7.27 <sup>ab</sup>	4.03 <sup>ab</sup>	1.36 <sup>a</sup>	38.01	61.99	49.35 <sup>ab</sup>
450	449.80 <sup>c</sup>	241.60	53.71 <sup>b</sup>	7.50 <sup>b</sup>	4.43 <sup>b</sup>	1.51 <sup>b</sup>	38.37	61.63	49.02 <sup>b</sup>
Et	3.112	1.409	0.333	0.305	0.171	0.053	0.187	0.187	0.192
P<	NS	0.001	0.05	0.05	0.05	0.01	NS	NS	0.05

La práctica ausencia de efectos mejorantes del acabado con 5 kg de pienso, contrasta con los resultados obtenidos cuando los animales habían sido alimentados con ensilado de pradera. Esto se explica porque el punto de partida de los animales era mejor al estar alimentados con ensilado de maíz, que es más energético que el de pradera.

La mejora del rendimiento canal que se produjo con el acabado con pienso *ad libitum*, se debe a los animales Rubios Gallego y a los Holstein-Friesian, mientras que la mejora que produce el aumento del peso de sacrificio, exclusivamente a los Holstein-Friesian.

En las mejoras de la conformación debido al aumento del peso de sacrificio, todos los animales se comportaron igual, independientemente de la raza a la que pertenecían. Sin embargo, en la grasa de cobertura de la canal, los efectos significativos debidos al acabado con pienso a voluntad se produjeron únicamente en los terneros Holstein-Friesian y los efectos debidos al incremento del peso de sacrificio únicamente en los cruzados de éstos por Rubio Gallego.

En el aumento de la grasa de riñonada, que se consigue con los acabados y con el aumento del peso de sacrificio, todas las razas se comportaron igual, con la excepción de los Holstein-Friesian, en los que en el caso del acabado con pienso *ad libitum*, el efecto fue más acusado.

Los acabados no afectaron significativamente a las áreas del *L. thoraci*, medidas al nivel de la 6ª ó 10ª costillas, como puede verse en el cuadro 3 y como había ocurrido cuando el acabado se hizo con animales alimentados a base de ensilado de pradera. Sin embargo, y como era de esperar, estas áreas aumentaron significativamente en las tres razas cuando se incrementó el peso vivo de sacrificio, lo que de alguna forma aumenta el valor comercial de las canales.

Como ocurrió cuando los animales se alimentaron a base de ensilado de pradera, el único componente de la canal que se modificó por efecto de los acabados con concentrados (cuadro 3) o del incremento del peso de sacrificio (cuadro 13) fue el contenido en grasa. El aumento del contenido en grasa únicamente se produce de forma significativa cuando se incrementa el peso vivo de sacrificio en las razas Holstein-Friesian y en el cruce de Rubio Gallego por Holstein-Friesian (en el caso de las canales de terneros Rubio Gallegos únicamente con un 10% de probabilidad). El aumento de la grasa debido al acabado deja de ser significativo si se consideran las razas independientemente. Ni los acabados, ni el aumento del peso de sacrificio, modificaron las proporciones en la canal de carne de distintas calidades comerciales como había ocurrido cuando los animales se alimentaron con ensilado de pradera.

**Cuadro 13.- Efecto del incremento del peso de sacrificio, en terneros alimentados a base de ensilado de maíz, en las áreas del *L. thoraci* medidas al nivel de la 6ª y 10ª costillas y en la composición de las canales en carne, hueso y grasa, así como en las proporciones de carne de las distintas categorías comerciales.**

Peso sacrificio	<i>A. L. thoraci</i>		% en la canal de			% en la canal de carne de			
	10ª cos	6ª cost	carne	hueso	grasa	extra	1ª	2ª	3ª
375	62.58 <sup>a</sup>	28.62 <sup>a</sup>	74.80	20.67	4.52 <sup>a</sup>	10.73	38.97	6.95	18.00
410	66.83 <sup>b</sup>	31.26 <sup>a</sup>	74.60	20.37	5.03 <sup>ab</sup>	10.68	38.99	6.89	17.87
450	70.10 <sup>c</sup>	33.57 <sup>c</sup>	74.25	20.27	5.48 <sup>b</sup>	10.45	38.63	6.92	18.08
Et	1.121	0.821	0.302	0.199	0.171	0.095	0.258	0.085	0.158
P<	0.001	0.001	NS	NS	0.001	NS	NS	NS	NS

Al igual que había ocurrido cuando se alimentaba con ensilado de pradera, los efectos de los acabados o del aumento del peso de sacrificio en las pérdidas de agua (cuadros 4 y 14) resultaron muy pequeños y no significativos. Según Sañudo (1992), la alimentación no parece ser un criterio de variación importante sobre la capacidad de

retención de agua, y Alberti *et al.* (1988) no encuentran diferencias estadísticamente significativas entre la carne de terneros alimentados con distintos tipos de dietas forrajeras y suplementados con mayor o menor cantidad de concentrado.

A diferencia de lo que había ocurrido cuando la base de la alimentación era el ensilado de pradera, el valor del índice de luminosidad  $L^*$  de la carne disminuyó con el acabado con pienso a voluntad (cuadro 4) y con el aumento del peso de sacrificio (cuadro 14). Sin embargo, aunque parece que la alimentación influye en el color de la carne (Cabrero, 1991a y b), Zea *et al.* (1999) y Craig *et al.* (1966) no observaron diferencias al considerar distintos niveles de pienso en la dieta y Alberti *et al.* (1991) encontraron el mismo color en la carne de animales alimentados con pienso o con forrajes.

La disminución del valor del índice de luminosidad  $L^*$  con el aumento del peso de sacrificio (la carne tendería a hacerse más oscura) se explicaría porque con la edad la tasa de pigmento aumenta (Cabrero, 1991). No obstante, la variación que se produce no es lineal, sino que sigue una tendencia de tipo sigmoide (Journe y Teissier, 1982), alcanzándose un color rojo intenso a partir de los dieciocho-veinticuatro meses en el caso de animales enteros de gran formato, que es nuestro caso. La ausencia de este efecto cuando a los animales se les alimentó a base de ensilado de pradera se puede explicar porque la diferencia de edad es relativamente pequeña (sobre mes y medio) y porque la carne se hace más grasa. Esto la haría más clara y se contrarrestaría el efecto anterior.

**Cuadro 14.- Efecto del incremento del peso de sacrificio, en terneros alimentados a base de ensilado de maíz, en las pérdidas de agua e índices cromáticos de la carne y grasa subcutánea**

Peso de Sacrificio	Pérdidas de agua por			Índices cromáticos carne			Índices cromáticos grasa		
	goteo	presión	cocción	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$L^*$	$a^*$	$b^*$
375	1.62	23.06	29.42	37.74 <sup>a</sup>	15.54	8.38	67.51	5.91	10.39
410	1.55	23.41	29.47	37.24 <sup>ab</sup>	15.29	8.36	67.18	5.80	10.82
450	1.53	23.62	30.36	36.82 <sup>b</sup>	15.58	8.32	66.61	5.76	10.57
Et	0.070	0.347	0.779	0.327	0.226	0.166	0.567	0.266	0.362
p<	NS	NS	NS	0.05	NS	NS	NS	NS	NS

El veteado de la carne no se vió afectado por el acabado con pienso limitado o con el aumento del peso de sacrificio, pero sí con el acabado con concentrado a voluntad, aumentando con la duración del mismo (cuadro 15). Si consideramos este efecto en cada raza, únicamente se produce de modo significativo en la carne de los animales Holstein-Friesian y, aunque tiende a aumentar en la de los terneros Rubio Gallegos o en la del cruce de estos por Holstein-Friesian no lo hace de forma significativa.

**Cuadro 15.- Efecto del incremento del peso de sacrificio, en terneros alimentados a base de ensilado de maíz, en el veteado, consistencia, terneza, pH, y composición química de la carne.**

Peso de sacrificio	Veteado	Consiste.	Dureza	pH	Composición química de la carne			
					proteína	grasa	cenizas	humedad
375	1.17	1.09	7.15	5.50	21.83	0.96	1.20	76.00
410	1.23	0.12	7.32	5.50	21.76	1.19	1.19	75.97
450	1.28	1.10	7.49	5.47	21.70	1.19	1.19	76.02
Et	0.061	0.040	0.320	0.016	0.070	0.091	0.006	0.093
p<	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

A diferencia de lo que ocurría cuando se alimentaba a los terneros con ensilado de pradera, el incremento del peso vivo de sacrificio no aumentó el veteado, lo que se explicaría porque el ensilado de maíz es mucho más energético que el de pradera y suficiente para engrasar sin necesidad de suplementación energética. Ni la consistencia ni la dureza de la carne se vieron afectadas por los tratamientos experimentales de acabados o incrementos del peso vivo de sacrificio (cuadros 5 y 15).

El incremento del peso de sacrificio o los acabados, con más o menos concentrado, no tuvieron ningún efecto significativo en la composición química de la carne como puede verse en el cuadro 15.

En lo que se refiere a la composición de la grasa de la carne del *L thoraci* (cuadros 6 y 16), los efectos de los acabados y del incremento del peso de sacrificio, fueron similares a los que se habían producido cuando se alimentó a los terneros con ensilado de pradera. Los ácidos grasos saturados totales y los poliinsaturados de la serie  $\omega$ -6 aumentan (aunque estos últimos sólo de modo significativo cuando el acabado se hace con pienso a voluntad), mientras que los poliinsaturados totales y los poliinsaturados de la serie  $\omega$ -3 disminuyen. Las relaciones AGP/AGS y  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 disminuyen y aumentan respectivamente con los acabados en sus dos facetas. El incremento del peso de sacrificio no afectó de forma significativa, a ninguna de las características de la grasa de la carne estudiadas en el cuadro 16.

Se deduce entonces que las respuestas a los acabados, en cuanto a la calidad de la canal y la carne, son menores que cuando se alimentaba a base de ensilado de pradera, que ya eran modestas. En efecto, si la base de la alimentación es el ensilado de maíz y los animales se sacrifican al mismo peso, independientemente de que sufran un acabado o no, las mejoras que produce el acabado con 4 kg de pienso por cabeza y día son prácticamente nulas. Las respuestas, aunque bastante modestas, son algo mejores sí el acabado se hace con pienso a voluntad, pero se pueden alcanzar, con menos coste, aumentando el peso de sacrificio.

**Cuadro 16.- Efecto del incremento del peso de sacrificio, en terneros alimentados a base de enilado de maíz, sobre los índices nutricionales: ácidos grasos totales (AGS), ácidos grasos monoinsaturados totales (AGM), ácidos poliinsaturados totales (AGP), ácidos grasos poliinsaturados de las series  $\omega$ -6 y  $\omega$ -3 y relación AGS/AGM y  $\omega$ -6/ $\omega$ -3, en la grasa intramúscular de *L. thoracis*.**

Peso sacrificio	AGS	AGM	AGP	$\omega$ -6	$\omega$ -3	AGP/AGS	$\omega$ -6/ $\omega$ -3
375	997.16	1274.3	136.27	74.094	62.180	0.145	1.241
4140	1062.0	1478.8	154.86	92.166	62.696	0.151	1.437
450	1035.7	1436.5	141.28	82.698	58.581	0.146	1.460
et	82.204	105.30	136.19	9.915	3.851	0.017	0.180
p<	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

#### 4.- REFERENCIAS

- ALBERTI, P., SAÑUDO, C., LAHOZ, F., JAIME, J. y TENA, T. (1988) *ITEA* 76: 3-4.
- ALBERTI, P., SAÑUDO, C. y SANTOLARIA, P. (1991) *ITEA* 11, II: 425-427.
- BUTTERFIELD, R.M. (1974) *Austral. Meat Research Committee Review* 18: 1-21.
- CABRERO, M. (1991) *Bovis* 38: 9-37.
- CABRERO, M. (1991b) *Bovis* 38: 9-70.
- CHRISTIE, W.W. (1981) En: *Lipids Metabolism in Ruminant Animals*, Ed. W.W. Christie. Pergamon Press. New York. EEUU. pp: 95-191.
- CRAIG, H.B., BLUMER, T.N., SMART, W.W.G. y WISE, M.B. (1966) *J. Anim. Sci.* 25: 1128-1137.
- DOLEZAL, H.G., CARPENTER, Z.L., SAVELL, J.W. y SMITH, J.C. (1982) *J. Food Sci.* 47: 368-373.
- ENSER, M., HALLET, K., HEWETT, B., FURSEY, G.A., WOOD, J.D. y HARRINGTON, G. (1998) *Meat Sci.* 49: 329-341.
- FRENCH, P., STANTON, C., LAWLESS, F., O'RIORDAN, E.G., MONAHAN, F. J., CAFFREY, P.J. y MOLONEY, A.P. (2000) *J. Anim. Sci.* 78: 2849-2855.
- GEAY, Y. y BERANGER, C. (1969) *Ann. Zootch.* 18: 79-91.
- GEAY, Y., ROBELIN, J. y BERANGER, C. (1976) *Ann. Zootech.* 25: 287-302.
- HAMM, R. (1997) Citado por Pla (2001).
- HONIKEL, K.O. (1997) *Food Chemistry* 9: 573-582.
- JOURNE, H.E. y TEISSIER, J.H. (1982) *Techn. Agric.* 1: 3392-3411.
- KEANE, G. y DRENNAN, M.J. (1980) *Ir. J. Agric. Res.* 19: 53-67.
- KEMPSTER, A.J., COOK, G.L. y SUTHGATE, J.R. (1988) *Anim. Prod.* 46: 385-397.
- LARICK, D.K., TURNER, B.E., KOCH, R.M. y CROUSE, J.D. (1989) *J. Food Sci.* 54: 521-526.
- LARICK, D.K. y TURNER, B.E. (1989) *J. Anim. Sci.* 67: 2282-2293.

- MANDELL, I.B., BUCHANAN-SMITH, J.G. y CAMBELL, C.P. (1998) *J. Anim. Sci.* 76: 2619-2630.
- MARMER, W.N., MAXWELL, R.J. y WILLIAMS, J.E. (1984) *J. Anim. Sci.* 59: 109-121.
- MITCHELL, G.E., REED, A.W. y ROGERS, S.A. (1991) *J. Food Sci.* 56: 1102-1103.
- MOLONEY, A.P., MOONEY, M.T., KERRY, J.P. y TROY, D.J. (2001) *Proceeding Nutr. Soc.* 60: 221-229.
- MONIN, G. (1989) *Facteurs biologiques des qualités de la viande. Croissance des bovins et qualité de la viande.* Colloq. Rennes. Ed. INRA-ENSA. pp.:177-196.
- MORENO, M<sup>a</sup>. T. (2004) *Efecto de la extensificación en la calidad de la carne y de la grasa de animales acogibles a la I.G.P. "Terñera Gallega"*. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela.
- OFFER, G. y KNIGH, P. (1998) En: *Developments in Meat Science.* Ed: R. LAWRIE. Elsevier, Oxford. pp: 121-134.
- PLA, M. (2001) En: *Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne de rumiantes.* Co. V. CAÑEQUE, C. SAÑUDO. Monografías INIA. Serie Ganadera n° 1 Madrid. pp.: 173-179.
- ROBELIN, J. (1979) *Ann. Zootech.* 28: 209-218.
- SAÑUDO, C. (1992) En: *Tecnología u calidad de productos cárnicos.* Ed. M. J. Beriain. ETSIA. Pamplona. pp.: 29-44.
- VARELA, A. (2000) *Estudio de las variables que afectan a la producción del tipo "Cebon"*. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela. No publicada.
- VERNON, R.G. (1986) En: *Control and manipulation of animal growth.* Ed. J. Buttery, N.B. Haynes, D.B. Lindsay. Butterwoths. Londres. pp: 67.72.
- ZEA, J., DIAZ, M<sup>a</sup>D. y CABRERO, M. (1999) *Pastos* XXIX: 217-228.