

## EFFECTO DEL TIPO GENÉTICO Y DEL TIEMPO DE MADURACIÓN SOBRE LA TERNEZA DE LA CARNE DE CORDEROS PESADOS<sup>1</sup>

Bianchi, G.<sup>2</sup>, Bentancur, O.<sup>2</sup>, Sañudo, C.<sup>3</sup>

Recibido: 05/05/04 Aceptado: 22/10/04

### RESUMEN

Se estudió el efecto del tipo genético y del tiempo de maduración (1, 2, 4, 8 o 16 días) sobre la terneza de la carne de 50 corderos machos Corriedale puros (C) y cruce Hampshire Down x Corriedale (HC). Los animales se sacrificaron con un peso vivo pre-embarque y una edad al sacrificio de  $34.1 \pm 2.4$  kg y  $153 \pm 7.2$  días y  $37.8 \pm 4.1$  kg y  $126 \pm 10.1$  días para los corderos C y HC, respectivamente. El tiempo de maduración, pero no el tipo genético, afectó ( $p \leq 0.0001$ ) la terneza de la carne encontrándose los valores de fuerza de corte más bajos -y por ende carne más tierna- a los 8 días del sacrificio, y sin cambios importantes a los 16 días (4.8, 4.3, 4.0 kg vs 3.1 y 2.8 kg, fuerza de corte para carne con 1, 2, 4, 8 y 16 días de maduración, respectivamente). Esta tendencia resultó independiente del tipo genético ( $p > 0.05$ ). Se discuten las implicancias prácticas de estos resultados.

**PALABRAS CLAVE:** cordero pesado, cruzamiento, maduración, terneza de la carne.

### SUMMARY

## EFFECT OF THE GENETIC TYPE AND AGEING TIME ON HEAVY LAMBS MEAT TENDERNESS

The effect of genetic type and ageing time (1, 2, 4, 8 and 16 days) on meat tenderness was studied from 50 pure Corriedale (C) and Hampshire Down X Corriedale (HC) male lambs crossbred. Animals were slaughtered at  $34.1 \pm 2.4$  kg and  $153 \pm 7.2$  days of age and  $37.8 \pm 4.1$  kg and  $126 \pm 10.1$  days of age C y HC lambs, respectively. Ageing time but not the genetic type affected meat tenderness ( $p 0.0001$ ). The lowest meat shear force and the most tenderness was found after 8 days post slaughter, without change at 16 days (4.8, 4.3, 4.0 kg vs 3.1 and 2.8 kg, shear force for 1, 2, 4, 8 y 16 days ageing time, respectively). These results were independent of genetic type ( $p > 0.05$ ). Practical implications of these results are discussed.

**KEY WORDS:** heavy lambs, crossbred, ageing, tenderness.

### INTRODUCCIÓN

La producción de carne ovina en base al uso de machos de razas carniceras en cruzamientos con madres híbridas (generadas a partir de la cruce de razas laneras locales con otras que les confieran mejoras, particularmente en el desempeño reproductivo) es una alternativa que ha funciona-

do con éxito en países como Australia, Nueva Zelanda y Reino Unido donde la producción de corderos de alta calidad se desarrolla de una manera muy eficiente. La abundante literatura científica que a este respecto se ha producido en estos países en las últimas cuatro décadas (Garibotto, 1997) ha constituido un soporte importante al respecto. En el Uruguay, sin embargo, la producción de

<sup>1</sup> Este trabajo es parte de la Tesis de Doctorado "Características productivas, tipificación de canal y calidad de la carne a lo largo de la maduración de corderos pesados Corriedale puros y cruzados en sistemas extensivos" de Gianni Bianchi, dirigida por el Prof. Dr. Carlos Sañudo Astiz del Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Zaragoza, España.

<sup>2</sup> Universidad de la República. Facultad de Agronomía. Estación Experimental "Dr. Mario A. Cassinoni". Ruta 3, km 363.500. Paysandú. Uruguay.

<sup>3</sup> Universidad de Zaragoza. Facultad de Veterinaria. Miguel Servet 177. Zaragoza. 50013. España.

corderos en general y la utilización de cruzamientos en particular, no ha sido significativa, al menos hasta inicios de los años 90. La crisis mundial en los precios de la lana en la última mitad de la década pasada y paralelamente las condiciones de mercado y comercialización favorables para el desarrollo de la carne ovina, han determinado que en los últimos años el rubro ovino y la producción de carne de calidad se posicionen mejor frente a mercados de alto poder adquisitivo (Salgado, 1996). En respuesta a este marco, se ha venido desarrollando con éxito en el Uruguay la producción de corderos pesados a partir de razas laneras (Azzarini *et al.*, 2003). Se han realizado también esfuerzos de sintetizar la información nacional referente a la utilización de cruzamientos con razas carniceras (Bianchi, 1997). Se ha desarrollado durante los últimos 6 años, en forma conjunta con la industria y el sector productivo, un proyecto de carne ovina en base a cruzamientos, cuyos aspectos más relevantes han sido documentados previamente (Bianchi *et al.*, 1997). De la misma forma se han publicado resultados que contemplan aspectos del rendimiento del animal a nivel de campo y de frigorífico utilizando como padres todas las razas carniceras disponibles en el país sobre madres Corriedale, Merino Australiano y Romney Marsh (Bianchi, 2001; Bianchi y Garibotto, 2003).

Con excepción de los resultados preliminares de caracterización de algunos parámetros de calidad de la carne de corderos livianos (Bianchi *et al.*, 2003 a; Bianchi *et al.*, 2004) y pesados (Brito *et al.*, 2002; Bianchi *et al.*, 2003 a; 2003 b; Montossi *et al.*, 2003), no se encontraron antecedentes en el país que permitan caracterizar el producto y el efecto del tipo racial sobre los principales parámetros de calidad de la carne. Dentro de ellos, la terneza es considerada internacionalmente un parámetro fundamental de calidad, ya que únicamente pueden apreciarse otras características cualitativas de la carne a partir de determinados umbrales de terneza. Por otro lado, es un factor que incide directamente en el precio de venta de los diferentes cortes de una canal; en general, aquellos cortes de mayor valor suelen ser los más tiernos y por ende admiten formas rápidas de cocción. La terneza es un conjunto de sensaciones distintas, de ellas la dureza-terneza es la más importante, ya que en la carne cocida explicaría el 67% de las variaciones de la terneza (Sañudo, 1992).

Tras el sacrificio, conforme transcurre el proceso de maduración, la carne se va haciendo cada vez más blanda por rupturas de la estructura muscular a nivel de la línea Z (Beltrán, 1988). Este proceso es atribuido a la acción del complejo de enzimas e inhibidores (calpaína-calpastatina) y en menor grado a las catepsinas (Beltrán, 1988; Sañudo, 1992), aunque Hopkins y Thompson (2002 a) en una reciente y exhaustiva revisión sobre el tema descartan la

acción de estas últimas. Sin embargo, es motivo de debate si el ablandamiento de la carne es atribuible únicamente a la desnaturalización en grado variable de las proteínas del sarcoplasma y de las miofibrillas (Lawrie, 1998), o también puede estar involucrado el tejido conjuntivo. No se encontraron estudios uruguayos que hagan mención al efecto de la maduración sobre la carne ovina, a pesar del conocido efecto de ésta sobre diferentes atributos de calidad de la carne (Lawrie, 1998; Sañudo *et al.*, 1998; Warris, 2000).

El objetivo de este trabajo es evaluar el efecto del tiempo de maduración sobre la terneza de la carne de corderos pesados Corriedale puros y cruza Hampshire Down x Corriedale.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la Estación Experimental "Dr. Mario A. Cassinoni" de la Facultad de Agronomía, en el departamento de Paysandú, Uruguay (32,5° de latitud sur y 58° de longitud oeste).

Se utilizaron 50 corderos machos enteros (6) y criptórquidos (44; Hudson *et al.*, 1968): 25 Corriedale puros (C) y 25 cruza Hampshire Down por Corriedale (HC), nacidos en el período 2/9-23/10/2002. Cuando los animales alcanzaron el peso de sacrificio y el estado corporal requerido para el tipo comercial de "cordero pesado" (> 32 kg de peso vivo y estado corporal  $\geq 3.5$  al sacrificio), se procedió a sacrificarlos en el Frigorífico CasaBlanca de Paysandú. Los pesos vivos y edades finales pre-embarque fueron  $34.1 \pm 2.4$  kg y  $153 \pm 7.2$  días y  $37.8 \pm 4.1$  kg y  $126 \pm 10.1$  días para los corderos C y HC, respectivamente. Una vez en el matadero y tras 15 horas de espera con acceso al agua, los animales se sacrificaron siguiendo las pautas estándares para la obtención de cortes de exportación.

Una vez desollados, eviscerados y lavados se determinó el peso de canal caliente y tras 24 h a 4°C, se determinó el peso de canal fría. Conociendo el peso de canal caliente (PCC), y el peso vivo previo al embarque (PV) se determinó el rendimiento de canal, como la relación entre el PCC/PV multiplicado por 100. En el cuadro 1 se presenta el peso y el rendimiento de canal de los corderos.

De ambas medias canales se retiró la porción del músculo Longissimus dorsi correspondiente a las 11-13 vértebras dorsales para el análisis instrumental de la terneza. Estas muestras se acondicionaron adecuadamente (envueltas en papel de aluminio y envasadas al vacío) y fueron enviadas al Laboratorio de Carne de la Facultad de Agronomía. Parte de las muestras se congelaron inmediatamente a -18°C (1 día de maduración), en tanto que las demás muestras fueron mantenidas en períodos de maduración de 2, 4, 8 y 16 días en una cámara de refrigeración a 4°C, para luego ser congeladas a -18°C, hasta su posterior

**Cuadro 1.** Características de la canal de corderos C y HC. Covariable: edad del cordero. (Estadísticas descriptivas y Media de Mínimos Cuadrados. Covariable: edad del cordero).

	C	HC	PROMEDIO	P
<b>Peso canal caliente (kg)</b>				
A	16.3 (1.33)	19.1 (1.22)	17.7 (2.3)	
B	14.9 (0.47)	20.4 (0.48)		0.0001
C				0.05 (+0.10)
<b>Peso canal fría (kg)</b>				
A	16.0 (1.32)	18.7 (2.25)	17.3 (2.3)	
B	14.6 (0.48)	20.0 (0.48)		0.0001
C				0.05 (+0.10)
<b>Rendimiento (%)</b>				
A	47.0 (1.50)	49.3 (2.02)	48.1 (2.12)	
B	46.3 (05.1)	49.9 (0.51)		0.0001
C				0.05 (+ 0.04)

A: Media  $\pm$  (desviación típica).B: Media de Mínimos Cuadrados  $\pm$  (error estándar).

C: Nivel de significación de la covariable y (coeficiente de regresión).

P: Probabilidad de Error Tipo 1 ( $\alpha$ ).

análisis. La medición de terneza se realizó con la célula de cizalla de Warner - Bratzler (Beltrán y Roncales, 2000) sobre muestras del músculo *Longissimus dorsi* y tiempos de maduración evaluados en este trabajo.

Para el análisis estadístico se utilizó un modelo de medidas repetidas en el tiempo ajustado por peso de canal fría o edad del cordero al sacrificio, que estudió el efecto del tipo genético, tiempo de maduración e interacción entre los efectos. Se modeló la estructura de correlaciones de las medidas repetidas del factor tiempo de maduración. La estructura de correlaciones elegida fue autoregresiva de orden 1, donde las autocorrelaciones entre medidas repetidas se van perdiendo a través de las mediciones (Little *et al.*, 1996). Para la estimación de los efectos se utilizó el procedimiento MIXED del paquete estadístico SAS versión 8.0 (SAS, Institute Inc., 1998).

Para el efecto del tiempo de maduración sobre la terneza, se ajustó un modelo no lineal con asíntota diferente de 0, de la forma:

$$Y_i = I + \alpha e^{\beta x} + E_i$$

Donde:

$Y_i$ : valor de la  $i$ -ésima medición de terneza.

$I$ : valor estimado de la terneza cuando el tiempo tiende a infinito.

$\alpha$ : coeficiente que indica que el valor de terneza en el tiempo 0 =  $I +$  (intercepto).

$\beta$ : tasa relativa de ablandamiento de la carne para llegar al punto de estabilización.

$x$ : tiempo de maduración.

$E_i$ : error experimental.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 2 se presenta el efecto del tiempo de maduración sobre la terneza de la carne de corderos C y HC.

Los valores de terneza estandarizados por la industria cárnica ovina tanto de Estados Unidos como de Nueva Zelanda, para retener o acceder a nuevos mercados, deben ser menores o iguales a una fuerza de corte de 5 kg (Bickerstaffe, 1996). De esta forma, los valores que se encontraron en el presente experimento se consideran satisfactorios, aunque siendo mayores a los reportados recientemente en el Uruguay de 2.42 kg para corderos Corriedale pesados (Montossi *et al.*, 2003). Sin embargo, resultaron menores que los reportados por el autor, en corderos livianos Corriedale y cruzados de diferente sexo y duración de la lactancia: 4.37-5.85 kg (Bianchi *et al.*, 2003 a).

**Cuadro 2.** Efecto del tiempo de maduración sobre la terneza de la carne de corderos C y HC (Estadísticas descriptivas y Media de Mínimos Cuadrados. Covariable: peso de canal fría).

	A	B	C
<b>Todos los corderos</b>	3.80 (1.83)		
<b>TIPO GENÉTICO</b>			ns
<b>C</b>	3.96 (1.86)	3.7 (0.18)	
<b>HC</b>	3.68 (1.81)	3.9 (0.18)	
<b>TIEMPO DE MADURACIÓN</b>			***
<b>1 día</b>	4.8 (1.90)	4.8 a (0.3)	
<b>2 días</b>	4.4 (1.50)	4.3 a (0.3)	
<b>4 días</b>	4.0 (1.90)	4.0 a (0.3)	
<b>8 días</b>	3.10 (1.50)	3.1 b (0.3)	
<b>16 días</b>	2.80 (1.50)	2.8 b (0.3)	
<b>PESO DE CANAL FRÍA (kg)</b>			* (- 0.188)

A: Media  $\pm$  (desviación típica).B: Media de Mínimos Cuadrados  $\pm$  (error estándar).

C: Nivel de significación de los tratamientos y de la covariable y (coeficiente de regresión).

ns:  $p > 0.05$ ; (\*):  $p \leq 0.01$ ; (\*\*):  $p \leq 0.0001$ ; (a,b): ( $p \leq 0.05$ ).

En términos comparativos, las diferencias entre las estadísticas descriptivas de los diferentes tipos genéticos no parecerían ser de gran magnitud. No obstante y debido a la influencia del peso (directamente relacionado con la edad y el estado de engrasamiento) sobre la terneza de la carne (Sañudo, 1992), la información fue analizada incluyendo el peso de canal fría como covariable.

El tipo genético no afectó la terneza de la carne, resultados estos que coinciden con la afirmación de Dransfield *et al.* (1979), quienes señalan que las diferencias entre genotipos, aunque pueden existir, son relativamente poco importantes, agregando que el grado de enfriamiento de la canal, por ejemplo, es un factor mucho más determinante que el factor raza. Martínez-Cerezo *et al.* (2002), registraron diferencias en la terneza de la carne proveniente de 3 razas españolas determinada por pruebas de consumidores. No obstante, dichas diferencias resultaron músculo-dependientes (de mayor magnitud en el músculo *Semimembranosus* frente al *Semitendinosus*) y variaron en función del peso al sacrificio.

Barbosa *et al.* (2003); Monsón *et al.* (2003) y Snowden y Duckett (2003), no encuentran diferencias en la fuerza de corte de la carne proveniente de diferentes genotipos de corderos. No obstante, Solomon *et al.* (1980) y Sañudo *et al.* (1986), señalan diferencias para esta variable atribuibles al tipo genético, aunque trabajando sobre diferentes músculos. La variación observada en terneza, conforme varía el músculo considerado, respondería a la variación en el contenido y proporción del tipo de fibras, ya sean éstas rojas o blancas (Lawrie, 1998; Warris, 2000), y a su relación con la longitud del sarcómero (Sañudo, 1992). Wheeler *et al.* (2000) explican la variación en terneza entre los diferentes músculos, además de las diferencias en la longitud de sarcómero, a diferencias en el contenido de colágeno, en la proteólisis postmortem de las proteínas miofibrilares y a la interacción entre dichos efectos, concluyendo que la contribución relativa de cada uno de estos componentes a la terneza es músculo-dependiente.

Con respecto al efecto de la maduración, los resultados que se muestran en el cuadro 2 son bastante coincidentes

con el ablandamiento de la carne conforme esta fase se prolonga (Shorthose *et al.*, 1986; Beltrán, 1988; Wheeler y Koohmaraie, 1994; Martínez- Cerezo *et al.*, 2002; Medel *et al.*, 2002; Lowe *et al.*, 2002; Vergara *et al.*, 2003). La tasa de ablandamiento conforme avanza la maduración depende del sistema de producción - alimentación, el tipo genético (asociado a la presencia o no del gen callipyge) y la temperatura de almacenamiento durante el establecimiento del *rigor mortis*. Las mayores tasas de ablandamiento se han observado en animales alimentados a pasto (Realini *et al.*, 2004), en corderos que no presentan el gen que provoca la hipertrofia muscular (Kuber *et al.*, 2003) y con temperaturas pre rigor de 18 oC (Hopkins y Thompson, 2002 b).

En el presente experimento, la interacción tipo genético x tiempo de maduración no fue significativa ( $p > 0.05$ ), resultando la terneza de la carne afectada solamente por el tiempo de maduración. Los valores de fuerza de corte más bajos y por ende carne más tierna, se encontraron transcurridos 8 días desde el sacrificio, sin cambios importantes en los 8 días siguientes de maduración. El valor de terneza de 2.80 kg que mostró la carne tras 16 días de maduración, es comparable, en términos absolutos al valor de 2.67 kg señalado por Brito *et al.* (2002), para carne de cordero Corriedale tras 10 días de maduración.

En el cuadro 2 también se observa el efecto del peso de canal fría sobre la terneza de la carne, registrándose una disminución en la fuerza de corte de 0.188 kg por cada kg de incremento en el peso de canal fría. Los resultados sobre el efecto del peso de canal en la terneza de la carne han sido variables (Sañudo 1992), dependiendo en algunos casos de la raza y ecotipo evaluados (Monsón *et al.*, 2003), aunque mayoritariamente se han reportado aumentos en la dureza de la carne conforme el peso de canal es mayor (Pérez *et al.*, 2002; Blázquez *et al.*, 2003; Marques - Almeida

*et al.*, 2003; Teixeira *et al.*, 2003). Este hecho se ha asociado con un incremento de la fracción insoluble del colágeno (Blázquez *et al.*, 2003).

En la figura 1 se presentan los resultados del ajuste de la ecuación no lineal con asíntota diferente de 0, para la terneza y tiempos de maduración evaluados con los datos ajustados por el peso de canal fría.

Donde: terneza =  $2.6833 (\pm 0.2493) + 2.5473 (\pm 0.2493) e^{-0.1919(0.0619)\text{tiempo de maduración}}$   
(error estándar).

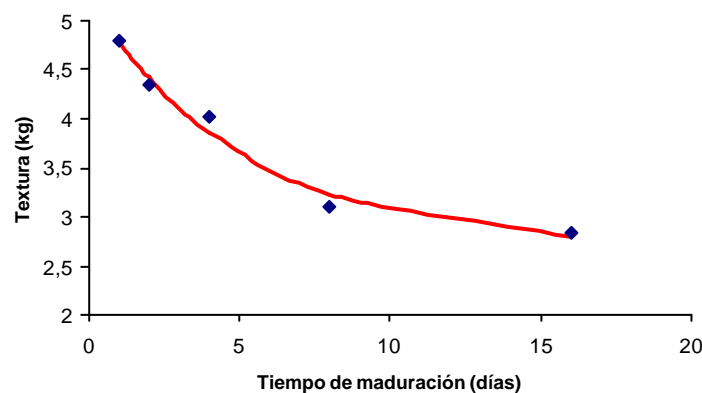
$R^2 = 0.99$  ( $p = 0.02$ ).

De acuerdo a los diferentes términos de la ecuación ajustada, se observó que:

- el valor de la terneza cuando el tiempo de maduración tiende a infinito fue de 2.68 kg.
- el valor de la terneza cuando el tiempo de maduración tiende a 0, fue de 5.2 kg y
- la tasa relativa de ablandamiento conforme avanza la maduración fue de - 0.19.

La tasa de ablandamiento relativo entre 1 y 2, 2 y 4, 4 y 8 y 8 y 16 días de maduración fue de: 9.5, 7.2, 22.9 y 8.2% respectivamente. La tendencia resultó independiente de los genotipos evaluados.

Ha sido señalado por Etherington *et al.* (1987) y más recientemente por Koohmaraie *et al.* (2003), que aproximadamente el 80% del ablandamiento postmortem se alcanza en el vacuno después de dos semanas de maduración. Sin embargo, depende de la raza evaluada: más rápido en los animales doble musculados y más lento en las razas rústicas; Sañudo *et al.*, 1998; Campo, 1999), siendo en la primera semana donde los resultados son más evidentes: Campo, 1999; Campo *et al.*, 2000; Adelino, 2002; Monsón, 2003). En tanto que en el cerdo serían suficientes 5 días de madu-



**Figura 1.** Evolución de la terneza de la carne de corderos C y HC en función del tiempo de maduración (1,2, 4, 8 y 16 días).

ración (Koochmaraie *et al.*, 2003) y en el ovino tiempos intermedios entre el vacuno y el cerdo (Etherington *et al.*, 1987). Diez días de maduración han sido postulados en esta especie para disminuir las variaciones de terneza entre canales y mejorar la aceptabilidad del consumidor (Koochmaraie *et al.*, 2003).

Los resultados que se presentan en la figura 1 parecen estar de acuerdo con lo manifestado en el sentido que la tasa de ablandamiento es importante hasta el día 8 post-sacrificio, no existiendo diferencias ( $p > 0.05$ ) en la terneza de la carne con 16 días de maduración.

En el experimento de Martínez- Cerezo *et al.* (2002), con corderos pesados de 30-32 kg de peso vivo comparables al producto estudiado en el presente experimento, también se registró una mejora en la nota asignada por los consumidores al atributo terneza conforme transcurre la maduración desde 1 hasta 8 días, sin cambios apreciables entre el día 8 y 16.

Medel *et al.* (2002) tampoco encontraron diferencias en la terneza de la carne madurada más de 22 días: 1, 2, 4 o 8 días de maduración en canal (a partir del día 8 de maduración, 21 días envasada al vacío) y sí entre cualquiera de esos tratamientos contra el lote testigo que tuvo una maduración de 3 días en canal. Estos resultados si bien no contemplan tiempos de maduración intermedios que permitan marcar una coincidencia absoluta con los resultados del presente trabajo, al menos sí muestran claramente el efecto homogeneizador de la maduración sobre la terneza.

La variable terneza fue analizada con un modelo alternativo en el cual se utiliza la edad del cordero al sacrificio como covariable, en virtud de que entre ambos lotes de corderos existió una diferencia aproximada a 1 mes y que este factor podría afectar la terneza del músculo Longissimus dorsi (Oliveira *et al.*, 2003). En el presente trabajo, la edad no afectó ( $p > 0.05$ ) la fuerza de corte, ni tampoco alteró la tendencia discutida. Es importante considerar que en el experimento de Oliveira *et al.*, (2003), las edades que se comparaban eran mucho más extremas (6 vs 15 meses de edad), determinando pesos de sacrificio también más extremos (38.8 vs 52.9 kg) y justificando las diferencias reportadas por dichos autores.

## CONCLUSIONES

Independientemente del genotipo evaluado, el tiempo de maduración afectó la terneza de la carne. La tasa de ablandamiento fue 35.4 % hasta el día 8 de maduración, no existiendo diferencias en la terneza de la carne al prolongar esta fase hasta 16 días. No obstante, el almacenamiento de la carne en cámaras de refrigeración supone un costo ele-

vado. Una campaña de información al consumidor sería adecuada para que fuese él mismo quien procediese a madurar la carne en su propio refrigerador hasta el momento del consumo.

## IMPLICANCIAS PRÁCTICAS

Dada la importancia que tienen los frigoríficos en la comercialización del producto, además de ajustar aspectos tecnológicos, deberían también poner énfasis en la calidad de la carne, así como lo hacen con la calidad de la canal. El consumidor a quien le afecta directamente la calidad de la carne debe ser considerado y estimulado en la cadena de comercialización. La indicación en las etiquetas de la fecha de sacrificio y el margen de días para conseguir una óptima valoración sensorial serían un punto de apoyo importante a la calidad y al consumo de carne.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó en el marco de la beca del Banco Santander Central Hispano y la Universidad de Zaragoza de España. Contó con el aval del Consejo de Facultad de Agronomía de Montevideo (Uruguay), para realizar las actividades en ambos países.

## BIBLIOGRAFÍA

- ADELINO, E.S. 2002. Influencia de la raza y del peso vivo al sacrificio sobre la evolución de la calidad de la carne bovina a lo largo de la maduración. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza. Facultad de Veterinaria. 282 p.
- AZZARINI, M. 2003. El cordero pesado tipo SUL. Un ejemplo de desarrollo integrado en la producción de carne ovina del Uruguay. In: 12º Congreso Mundial de la raza Corriedale. 1-10/9/2003. Montevideo. Uruguay. Conferencia (CD) y pp: 11-17.
- BARBOSA, SIBELLI PASSINI, F.; POSSA de FLORIANI R.F.; BRESSAN, M.C.; PÉREZ, J.R.O.; MATURANO, A.M.P., SAVIAN, T.V.; ANDRADE, P.L.; ROSSI, R.O.S.; RODRIGUEZ, E.C.; FERREIRA, M.W. 2003. Alimentary restriction in the meat quality of lambs. In: 49th International Congress of Meat Science and Technology. pp: 147-148.
- BELTRÁN, J.A. 1988. Efecto de la temperatura sobre el desarrollo del Rigor Mortis y la maduración en músculos de Ternasco. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza. Facultad de Veterinaria. Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. 255p.
- BELTRÁN, J. A.; RONCALÉS, P. 2000. Determinación de la terneza. In: Metodología para el estudio de la calidad de la

- canal y de la carne en rumiantes. Ministerio de Ciencia y Tecnología - INIA. Madrid, España pp: 169 - 172.
- BIANCHI, G. 1997. II Cruzamientos con razas carniceras y desempeño animal: Resultados de la investigación nacional. In: G. Bianchi (Ed.) Producción de Carne Ovina en base a Cruzamientos. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. EEMAC. Paysandú. Uruguay. pp:11-22.
- BIANCHI, G.; GARIBOTTO, G.; OLIVEIRA, G. 1997. V. Relevamiento de planteles: Resultados preliminares. In: G. Bianchi (Ed.) Producción de Carne Ovina en base a Cruzamientos. Paysandú. Uruguay Universidad de la República. Facultad de Agronomía. EEMAC. pp: 49-63.
- BIANCHI, G. 2001. Use of breed and crossbreeding for sheep meat production in Uruguay. In: International Course of health and meat production. Conferencia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias. Escuela de Graduados. Valdivia 17 y 18 de mayo 2001. Chile. pp. 53-69.
- BIANCHI, G.; GARIBOTTO, G. 2003. Los cruzamientos como alternativa para aumentar la producción de corderos y mejorar la calidad del producto en el Uruguay. In: 40ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 21-24/07/2003. Santa Maria. RS. Brasil. Conferencia (CD-ROOM).
- BIANCHI, G.; GARIBOTTO, G.; BENTANCUR, O. 2003 a. Contribución de la raza Corriedale a la producción de carne de calidad en Uruguay. In: 12º Congreso Mundial de la raza Corriedale. 1-10/9/2003. Montevideo. Uruguay. Conferencia (CD-ROOM) y pp: 11-26.
- BIANCHI, G.; GARIBOTTO, G.; BENTANCUR, O. 2003b. Fatty acid composition of *M. Longissimus dorsi* in pure and crossbred lambs in grazing systems. In: 49th International Congress of Meat Science and Technology. pp: 175 - 177.
- BIANCHI, G.; GARIBOTTO, O.; FEED, O.; BENTANCUR, J. FRANCO Y.; PECULIO, A. 2004. Efecto del sexo y del peso al sacrificio sobre la calidad sensorial de la carne de corderos Corriedale, Southdown x Corriedale y Hampshire Down x Corriedale. 27 Congreso Argentino de Producción Animal de AAPA. Tandil. Provincia de Buenos Aires. En prensa.
- BICKERSTAFFE, R. 1996. Proteases and meat quality. The Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production 56: 153 -162.
- BLÁZQUEZ, B.; RUIZ DE HUIDOBRO, F.; MIGUEL, E.; ONEGA, E. 2003. Caracterización de dos corderos lechales madrileños (Colmenareño y Rubio del Molar). I. Calidad de las carnes. In: X Jornadas sobre Producción Animal. 14, 15 y 16 de mayo de 2003. AIDA XXXV Jornadas de Estudio. ITEA Vol EXTRA No 24. Tomo I, 103- 106.
- BRITO, G.; SAN JULIÁN, R.; MONTOSI, F. 2002. Predicting lamb tenderness among carcasses produced under commercial conditions in Uruguay. In: 48th ICoMST. Rome, 25-30 August 2002. Vol I, 212-213.
- CAMPO, MM. 1999. Influencia de la raza sobre la terneza y las características sensoriales de la carne bovina a lo largo de la maduración. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza. Facultad de Veterinaria. 255 p.
- CAMPO, M.M.; SANTOLARIA, P.; SAÑUDO, C.; LEPETIT, J.; OLLETA, J.L.; PANEA, B.; ALBERTÍ, P. 2000. Assessment of breed type and ageing time effects on beef meat quality using two different texture devices. Meat Science 55: 371-378.
- DRANSFIELD, E.; NUTE, G.; McDOUGALL, D.; RHODES, D. 1979. Effect of sire breed on eating quality of cross-breed lambs. Journal Science Food Agriculture 30: 805 - 808.
- ETHERINGTON, D. J.; TAYLOR, M.A.J.; DRANSFIELD, E. 1987. Conditioning of meat from different species. Relationship between tenderising and the levels of Cathepsin B, Calpain I, Calpain II, and B-glucuronidase. Meat Science 20: 1-18.
- GARIBOTTO, G. 1997. III. Desempeño Productivo y Reproductivo de madres y corderos cruza: Resultados de la investigación extranjera. In: G. Bianchi (Ed.) Producción de Carne ovina en base a Cruzamientos. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. EEMAC. pp: 23-42.
- HOPKINS, D.L.; THOMPSON, J.M. 2002 a. Factors contributing to proteolysis and disruption of myofibrillar proteins and the impact on tenderisation in beef and sheep meat. Australian Journal of Agriculture Research 53: 149-166.
- HOPKINS, D.L.; THOMPSON, J.M. 2002 b. The relationship between *post-mortem* calcium concentration or pH and indicators of proteolysis in ovine muscle. Meat Science 61: 411 - 414.
- HUDSON, L.W.; GIMP, H.A.; WOOLFOLK, P.G.; KEMP, J.D.; REESE, C.M. 1968. Effect of induced cryptorchidism at different weights on performance and carcass traits of lambs. Journal of Animal Science 27:45-7.
- KOOHMARAIE, M.; VEISETH, E.; KENT, M.P.; SHACKELFORD, S.D.; WHEELER, T.L. 2003. Understanding and Managing Variation in Meat Tenderness. In: 40ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 21-24/07/2003. Santa Maria. RS. Brasil. Conferencia (CD-ROOM).
- KUBER, P.S.; DUCKETT, S.K.; BUSBOOM, J.R.; SNOWDER, G.D.; DOOBON, M.V.; VIERCK, J.L.; BAILEY, J.F. 2003. Measuring the effects of phenotype and mechanical restraint on proteolytic degradation and rigor shortening in callipyge lamb muscle during extended ageing. Meat Science 63: 325 - 331.

- LAWRIE, R. A. 1998. Ciencia de la Carne. Tercera Edición. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza (España). 367 p.
- LITTLE, R.C.; MILLIKEN, G.A.; STROUP, W.W.; WOLFINGER, R.D. 1996. SAS System for Mixed Models. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. 635p. (pp:87-134).
- LOWE, T.E.; PEACHEY, B.M.; DEVINE, C.E. 2002. The effect of nutritional supplements on growth rate, stress responsiveness, muscle glycogen and meat tenderness in pastoral lambs. *Meat Science* 62: 391 - 397.
- MARQUES-ALMEIDA, M.; MENDES, I.; FRAQUEZA, M.J.; FERREIRA, C.M.; BARRETO, A.S.; SILVA-PEREIRA, M.; LEMOS J.C.; SANTOS-SILVA, J. 2003. Efecto del peso de canal y del sistema de refrigeración en la calidad de la carne de corderos Merino Branco. In: XXVII Jornadas Científicas y VII Internacionales de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia. Producción Ovina y Caprina. pp:338-340.
- MARTÍNEZ-CEREZO, S.; SAÑUDO, C.; OLLETA, J.L.; MEDEL, I.; PANEA, B.; MACIE, S.; SIERRA, I. 2002. Breed, weight and ageing effects on meat lamb tenderness assessed by consumers. In: 48th ICoMST. Rome, 25-30 August 2002. Vol I:142-143.
- MEDEL, I.; SAÑUDO, C.; MARTÍNEZ, S.; PANEA, B.; RONCALÉS, P.; BELTRÁN, J.A. 2002. Quality of vacuum packaged lamb meat after different ageing times. In: 48th ICoMST. Rome, 25-30 August 2002. Vol I: 346 - 347.
- MONSON, F.; MEDEL, I.; OLLETA, J.L.; PANEA, B.; PARDOS, J.J.; SAÑUDO, C.; SIERRA, I. 2003. Influencia de la raza, ecotipo, sexo, y peso sobre la calidad instrumental (terneza) de la carne en el Ternasco de Aragón. In: X Jornadas sobre Producción Animal. 14, 15 y 16 de mayo de 2003. AIDA XXXV Jornadas de Estudio. ITEA Vol EXTRA No 24. Tomo I, 109-111.
- MONSON, F. 2003. Efecto de promotores de crecimiento (Clenbuterol y Hormonas + Dexametasona) sobre la calidad de carne de bovino. In: Memoria presentada para optar al DEA en el programa de doctorado "Producción Agroganadera" del Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos de la Universidad de Zaragoza. Curso Académico 2002-2003.
- MONTOSSI, F.; SAN JULIAN, R.; BRITO, G.; DE LOS CAMPOS, G.; GANZABAL, A.; DIGHIRO, A.; DE BARBIERI, I.; CASTRO, L.; ROBAINA, R.; FIGURINA, G.; DE MATTOS, D.; NOLLA, M. 2003. Producción de carne ovina de calidad con la Raza Corriedale: Recientes avances y desafíos de la innovación tecnológica en el contexto de la cadena cárnica ovina del Uruguay. In: 12º Congreso Mundial de la raza Corriedale. 1-10/9/2003. Montevideo. Uruguay. Conferencia (CD) y pp: 74-90.
- OLIVEIRA, I.; SILVA, T. J.P.; FREITAS, M. Q.; PAULINO, F. O. 2003. Postmortem changes and tenderness of Santa Ines sheep as influenced by age. In: 49th International Congress of Meat Science and Technology. pp: 197-198.
- PÉREZ, P.; MAINO, M.; TOMIC, G.; MARDONES, E.; POKNIAK, J. 2002. Carcass characteristics and meat quality of Suffolk Down suckling lambs. *Small Ruminant Research* 44: 233 -240.
- REALINI, C.E.; DUCKETT, S.K.; BRITO, G.W.; DALLARIZA, M.; De MATTOS, D. 2004. Effect of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition and quality of Uruguayan beef. *Meat Science*. 66: 567 - 577.
- SALGADO, C. 1996. Carne Ovina: Mercados y Oportunidades. In: XXIV Jornadas Uruguayas de Buiatria. 13-15 de Junio de 1996. Paysandú. Uruguay. pp: c.2.1-c.2.10.
- SAÑUDO, C., SIERRA, I., LOPEZ, M. y FORCADA, F. 1986. La qualité de la viande ovine. Etude des différents facteurs qui la conditionnent. Commission des C.E. Rapport EUR 11479. pp: 67-81.
- SAÑUDO, C. 1992. La calidad organoléptica de la carne con especial referencia a la especie ovina. Factores que la determinan, métodos de medida y causas de variación. 117p.
- SAÑUDO, C.; SANCHEZ, A.; ALFONSO, A. 1998. Small ruminant production systems and factors affecting lamb meat quality. *Meat Science* 49: S29 - S64.
- SAÑUDO, C.; ALFONSO, M.; SANCHEZ, A., BERGE, P.; DRANSFIELD, E.; ZYGOYIANNIS, D.; STAMATARIS, C.; THORKCESSOM, G.; VALDIMARSDOTTIR, T.; PIASENTIER, E.; MILLS, C.; NUTE, G.R.; FISHER, A.V. 2003. Meat texture of lambs from different European production systems. *Australian Journal of Agriculture Research* 54: 551-560.
- SAS. Institute Inc., SAS/STAT. User's Guide, versión 8.0. Carey, N.C. 1998.
- SHORTHOSE, W.R.; POWELL, V.H.; HARRIS, P.V. 1986. Influence of Electrical Stimulation, Cooling Rates and Aging on the Shear Force Values of Chilled Lamb. *Journal of Food Science* 51 (4): 889-893.
- SNOWDER, G.D.; DUCKETT, S.K. 2003. Evaluation of the South African Dorper as a terminal sire breed for growth, carcass and palatability characteristics. *Journal of Animal Science* 81: 368 - 375.
- SOLOMON, M.B.; KEMP, J.D.; MOODY, W.G.; ELY, D.G.; FOX, J.D. 1980. Effect of breed and slaughter weight on physical, chemical and organoleptic properties of lamb carcasses. *Journal of Animal Science* 51 (5): 1102- 1107.



- TEIXEIRA, A.; CADAVEZ, V.; BUENO, M.S.; PEREIRA, E.; BATISTA, S.; RODRÍGUES, S.; MATOS, S.; DELFA, R. 2003. Efecto del peso y del sexo sobre la calidad de la canal y de la carne de corderos de la raza Churra Gallega Mirandesa. In: X Jornadas sobre Producción Animal. 14, 15 y 16 de mayo de 2003. AIDA XXXV Jornadas de Estudio. ITEA Vol EXTRA No 24. Tomo I, 106-108.
- VERGARA, H.; BERRUGA, M. I.; GALLEGO, L. 2003. Evolución de la calidad de la carne de cordero envasada en atmósferas modificadas. In: X Jornadas sobre Producción Animal. 14, 15 y 16 de mayo de 2003. AIDA XXXV Jornadas de Estudio. ITEA Vol EXTRA No 24. Tomo I, 127-129.
- WARRIS, P.D. 2000. Animal welfare. In: Meat Science . An Introductory Text. CABI. Publishing. London. pp: 209 - 228.
- WHEELER, T.L.; KOOHMARIE, M. 1994. Prerigor and Postrigor Changes in Tenderness of Ovine Longissimus Muscle. Journal of Animal Science 72: 1232- 1238.
- WHEELER, T.L.; SHADRELFORD, S.D.; KOOHMARIE, M. 2000. Variation in proteolysis, sarcomere length, collagen content and tenderness among major pork muscle. Journal of Animal Science 78: 958 -965.

