

La maduración de la carne de cordero como una herramienta para mejorar su terneza y calidad sensorial*

Meat ageing as a tool to improve tenderness and sensory quality in lambs

Bianchi¹, G., Bentancur¹, O. y Sañudo², C.

Universidad de la República, Facultad de Agronomía. Estación Experimental

"Dr. Mario A. Cassinoni", Paysandú. Uruguay

Universidad de Zaragoza, Facultad de Veterinaria, Zaragoza, España

Resumen

La producción de carne ovina en el mercado mundial de carnes apenas representa el 3% y su importancia ha venido descendiendo en los últimos 20 años como consecuencia de las bajas tasas de crecimiento respecto a las producciones de otras carnes, en particular la aviar y porcina. No obstante, las exigencias de los consumidores de carnes rojas son cada vez mayores; entre ellas la calidad del producto en su más amplia acepción. En el contexto de esta realidad, de una alta competitividad entre los principales países exportadores de carne ovina a nivel mundial y de que históricamente los ovinos han constituido una de las actividades de mayor importancia económica para el Uruguay, surge el presente trabajo, que estudió el efecto del tipo genético y el tiempo de maduración sobre la textura instrumental (Método de Warner-Braztler) y calidad sensorial de la carne de cordero. El trabajo se desarrolló 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 pesados: 25 Corriedale (C) y 25 Hampshire Down x Corriedale (HD x C). Los animales se sacrificaron con un peso vivo y una edad 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 (corderos C y HD x C, respectivamente). El tiempo de maduración, pero no el tipo genético, afectó ($p \leq 0,0001$) la textura instrumental y la calidad sensorial de la carne. La carne de todos los corderos presentó una textura base de $4,79 \pm 1,92$ kg y su tasa de ablandamiento relativo fue de: 9,5, 7,2, 22,9 y 8,2% entre 1 y 2, 2 y 4, 4 y 8 y 8 y 16 días de maduración respectivamente. Esta tendencia resultó independiente ($p > 0,05$) del genotipo evaluado. Sensorialmente los catadores también valoraron la carne más madurada, señalándola más tierna y jugosa conforme avanzaba la maduración hasta el día 8, no existiendo mejoras prolongando esta

Recibido: abril de 2005

Aceptado: noviembre de 2005

* 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 Dpto. Producción Animal y Ciencia de los Alimentos de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Zaragoza, España. La información correspondiente a textura de la carne (Cuadro 1) está basada en un trabajo completo publicado por los mismos autores en *Agrociencia* (2004) Vol. VIII N°1: 41-50 y titulado: Efecto del tipo genético y del tiempo de maduración sobre la terneza de la carne de corderos pesados

1. Univ. de la República. Fac. Agron. Est. Exp. "Dr. Mario A. Cassinoni". Ruta 3, km 363.500. Paysandú. Uruguay. tano@fagro.edu.uy

2. Universidad de Zaragoza. Facultad de Veterinaria. Miguel Servet 177. Zaragoza. 50013. España.

fase (4,5 y 4,3, 5,4 y 4,7, 5,9 y 5,1 y 6,5 y 5,1 vs 6,9 y 5,0, juicios de ternura y jugosidad para 1, 2, 4, 8 y 16 días de maduración, respectivamente). Sin embargo, a partir de este momento comenzaron a detectarse olores y sabores extraños en la carne madurada 16 días, que incidieron en su aceptación global: 3,9, 4,2, 4,3, 4,0 y 3,9 para 1, 2, 4, 8 y 16 días de maduración, respectivamente. Se discuten las implicancias prácticas de estos resultados y de otros experimentos revisados referentes al efecto de la maduración sobre la textura y la calidad sensorial de la carne de corderos.

Palabras clave: cordero pesado, cruzamientos, maduración, ternura y calidad sensorial.

Summary

Sheep meat represents only 3% of the world meat market. Over the last 20 years its relative importance has been decreasing due to slow growth compared to other meat types such as chicken and pork. Nevertheless, there is an increase in the demands of red meat consumers, especially regarding meat quality in its broadest sense. The present study arises from this reality as well as the high competitiveness among the main meat exporting countries and the historic economical importance of sheep husbandry in Uruguay. The effects of genetic type on meat and carcass quality were evaluated as well as the effects of ageing on instrumental texture (Warner-Braztler method) and sensory meat lamb quality (panel of tasters). The study was carried out at the "Dr. Mario A. Cassinoni" Experimental Station of the Faculty of Agriculture (32.5° SL and 58° WL; Paysandú-Uruguay). Fifty heavy lambs were used, half of which were purebred Corriedale (C) and half were crossbred Hampshire Down by Corriedale (HD x C). The animals were slaughtered at a live weight of 34.1 ± 2.4 kg and 37.8 ± 4.1 kg, and at an age of 153 ± 7.2 days and 126 ± 10.1 days (C and HD x C lambs, respectively). Genetic type affected the majority of the characteristics of growth and of the carcass: higher live weight prior to slaughter in crossbred lambs (37.8 vs. 34.1 kg; HD x C and C, respectively), higher carcass weight in crossbred lambs (19.1 vs. 16.3 kg; HD x C and C, respectively), better yield (49.3 vs. 47.0%; HD x C and C, respectively), superior index of carcass compactness (0.267 vs. 0.224 kg/cm; HD x C and C, respectively). Nevertheless, these genotype differences were not reflected in the commercial or nutritious values of the carcass or in the meat quality (instrumental or sensory). However, maturation time affected ($p \leq 0.0001$) the texture of the meat of all of the lambs. The mean (\pm SEM) basal texture was 4.79 ± 1.92 kg and the relative softening index was: 9.5, 7.2, 22.9 and 8.2% between days 1 and 2, 2 and 4, 4 and 8, and 8 and 16 of maturation, respectively. This tendency was independent from genotype ($p > 0.05$). The tasters also rated the meat as more tender and juicy up until day 8 of maturation, with no improvement hereafter (juiciness and tenderness scores: 4.5 and 4.3, 5.4 and 4.7, 5.9 and 5.1, and 6.5 and 5.1 vs. 6.9 and 5.0, for days 1, 2, 4, 8 and 16 of maturation, respectively). Moreover, meat matured for 16 days gave rise to strange odours and flavours, which affected the global acceptance of the meat: 3.9, 4.2, 4.3, 4.0 and 3.9 for days 1, 2, 4, 8 and 16 of maturation, respectively. The practical consequences of these results and another trials reviewed according the effect of ageing time on instrumental texture and sensory lamb meat quality are discussed.

Key words: heavy lambs, crossbreeding, ageing, tenderness, sensory quality.

Introducción

La crisis lanera en la que se desarrolló la producción ovina durante la década del 90 tuvo importantes consecuencias en los sistemas laneros del mundo y en la producción de carne ovina. Esta situación determinó por un lado una reducción de la población ovina mundial en los últimos 12 años (de 1190 a 1008 millones de cabezas entre el año 1990 y el año 2002), y por otro lado provocó en muchos sistemas una reconversión hacia sistemas ovinos con un mayor énfasis en la producción de carne (Salgado, 2003).

La evolución de los sistemas laneros hacia una producción de carne más eficiente y la oferta proveniente del propio proceso de liquidación de la población ovina, han permitido un aumento en la producción mundial de carne que se estima en un 8% acumulado desde el año 1990 al 2002, pasando de 7023 a 7585 miles de toneladas, respectivamente. Este crecimiento de la oferta exportadora mundial estuvo explicada fundamentalmente por los cambios en la eficiencia de producción experimentados por Nueva Zelanda y sobre todo Australia, que juntos concentran el 91% de la oferta exportadora mundial. Esta situación de crecimiento en la oferta, permitió que el comercio mundial de carne ovina la acompañara, registrándose un incremento en las importaciones mundiales del 4,6% entre la primera y segunda mitad de la década pasada. De todas formas, la producción de carne ovina en el mercado mundial de carnes apenas representa el 3% y su importancia ha venido descendiendo en los últimos 20 años como consecuencia de las bajas tasas de crecimiento respecto a las producciones de otras carnes, en particular la aviar y porcina.

En el contexto de esta realidad y de una alta competitividad entre los principales exportadores, el volumen y la calidad de la carne ovina producida en el Uruguay, como la eficiencia de producción, es una restric-

ción para la consolidación y desarrollo de los mercados actuales y la apertura de nuevos, constituyendo uno de los principales problemas a resolver por nuestro país, sobre todo por lo trascendente que resulta la producción ovina para la economía del Uruguay.

El término "calidad" tiene un sentido ambiguo; dependiendo del componente de la cadena cárnica que lo emplee. En todos los casos, si se compara la atención que le otorga el sector primario a los aspectos vinculados con la canal (rendimiento 2ª balanza, peso de canal, conformación y engrasamiento) o con la carne (pH, capacidad retención de agua o jugosidad, color y terneza), se observa claramente la hegemonía de los primeros sobre los segundos. No obstante, la priorización debería estar dirigida a valorar la calidad de la carne frente a la calidad de la canal, que es en definitiva lo que se come. La terneza es considerada un parámetro de calidad fundamental, ya que únicamente pueden apreciarse otras características cualitativas de la carne a partir de determinados umbrales de terneza. Por otro lado, es sin dudas un factor que incide directamente en la formación del precio de los diferentes cortes de una canal.

Después del sacrificio, el músculo sufre una serie de transformaciones bioquímicas conocidas globalmente bajo el término de maduración y que afectan a la estructura de las miofibrillas dando como resultado una mayor terneza de la carne. Se pueden producir también modificaciones en el estado químico de la mioglobina, alterando el color de la carne (Vergara y Gallego, 2000; Beltrán et al., 2001; María, et al., 2003), aunque existen bastantes discrepancias sobre el efecto que la maduración pueda tener sobre la capacidad de retención de agua, que no sea debido a un leve aumento del pH que suele ocurrir en esta etapa (Sañudo, 1992; Vergara y Gallego, 2000; Beltrán et al., 2001). Asimismo, el tiempo de maduración es un componente fundamental en el desa-

rollo de los precursores del flavor, a partir de los compuestos de base (lípidos y proteínas; Sañudo, 1992; Lawrie, 1998). En algunos casos se han registrado aumentos notables en el índice de oxidación de lípidos de la carne más madurada (Beltrán et al., 2001).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del tiempo de maduración (1, 2, 4, 8 y 16 días) sobre la terneza instrumental y la calidad sensorial de la carne de corderos pesados Corriedale puros y cruza Hampshire Down x Corriedale. Paralelamente se revisan experimentos referentes al efecto de la maduración sobre la textura instrumental y la calidad de la carne. El propósito es resumir la información disponible y discutir los factores a considerar a la hora de considerar la maduración como una herramienta para mejorar la terneza y la calidad sensorial de la carne de cordero.

Materiales y Métodos

El trabajo se realizó en la Estación Experimental "Dr. Mario A. Cassinoni" (EEMAC) 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 cruzados Hampshire Down por Corriedale (HD x C), 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: "cordero pesado" se procedió al traslado de los animales al punto de sacrificio. Los sacrificios se realizaron en el Frigorífico CasaBlanca de Paysandú 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 HD x C, respectivamente. Una vez en el matadero y tras 15 horas de espera con acceso al agua, se procedió al sacrificio de los animales siguiendo las pautas estándar para la obtención de cortes de exportación.

De ambas medias canales se retiró el músculo Longissimus dorsi, a la altura de las 11-13 vértebras torácicas para el análisis instrumental de la textura (Sañudo et al., 2000 a). Estas muestras se acondicionaron y fueron enviadas al Laboratorio de Calidad de Carne de la EEMAC 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 en una cámara de refrigeración a 4 °C durante 2, 4, 8 y 16 días de maduración, para luego ser congeladas a -18 °C, hasta su posterior análisis. El análisis de textura 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 sensorial se trabajó con un panel de 8 mujeres en el Laboratorio de Calidad de Carne de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Zaragoza (España). Las muestras se mantuvieron congeladas a -18 °C durante 9 meses en Uruguay, y una vez en España, se descongelaron los filetes del músculo Longissimus dorsi en agua corriente hasta alcanzar los $19,5 \pm 2,02$ °C de temperatura interna y se procedió de acuerdo a la metodología descrita por Guerrero (2000). En la Figura 1 se presenta la hoja con escala lineal no estructurada utilizada por el panel de catadores. Los catadores trabajaron en 15 sesiones de 1 hs de duración cada una, evaluando un total de 60 platos de 3 muestras cada uno, totalizando 180 muestras: 18 por cada uno de los 10 tratamientos que surgen de la combinación de los 2 tipos genéticos y los 5 tiempos de maduración evaluados.

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. Para la estimación de los efectos se utilizó el procedimiento MIXED del paquete estadístico SAS versión 8.0 (SAS, Institute Inc., 1998).

Para el análisis sensorial se utilizó un diseño en bloques incompleto balanceado que permitió comparar todas las combinaciones posibles entre los tratamientos de acuerdo a lo sugerido por Cochran y Cox (1973). Para el análisis de estas variables se utilizó un modelo mixto que incluyó como efectos fijos: catador (8 niveles), tipo genético (2 niveles), tiempo de maduración (5 niveles), las interacciones entre los efectos y orden de la muestra (3 niveles), considerando el efecto plato (efecto bloque): sesión y plato anidado a sesión, como aleatorio.

Las observaciones no solicitadas al panel sensorial se analizaron a través del Test Chi-Cuadrado para el caso de una muestra (Siegel, 1956).

Resultados

En el Cuadro 1 se presenta la media de mínimos cuadrados del efecto del tipo genético y del tiempo de maduración sobre la textura de la carne de corderos Corriedale y cruza a lo largo de la maduración. La interacción tipo genético por tiempo de maduración no resultó significativa ($p > 0,05$).

En el presente experimento la textura de la carne sólo resultó afectada por el tiempo de maduración, encontrándose los valores de fuerza de corte más bajos y por ende carne más tierna, transcurridos 8 días desde el sacrificio y sin cambios importantes, aunque la carne madurara con 8 días más.

En el Cuadro 2 se presenta la significación de los efectos contemplados para cada una de las características sensoriales evaluadas en el presente trabajo.

El efecto catador fue el más importante para todas las características sensoriales evaluadas. El efecto plato también resultó significativo para todas las características

Cuadro 1: Textura (Método de Warner-Braztler) del músculo Longissimus dorsi de corderos Corriedale y cruza. (covariable: peso de canal fría). Media de Mínimos Cuadrados y (error estándar). Table 1: Instrumental texture (Warner-Braztler method) in Longissimus dorsi muscle on Corriedale and crossbred lambs (covariable: carcass weight). Least Square Means and (standar error).

	Textura (kg)
Tipo genético	ns
Corriedale	3,71 ($\pm 0,17$)
Cruza	3,93 ($\pm 0,17$)
Tiempo de maduración (días)	***
1	4,80 ($\pm 0,26$) a
2	4,30 ($\pm 0,26$) ab
4	4,00 ($\pm 0,26$) b
8	3,12 ($\pm 0,26$) c
16	2,84 ($\pm 0,26$) c

ns: $p > 0,05$; (a, b, c): $p \leq 0,05$; (***) : $p \leq 0,0001$.

Cuadro 2: Efecto del catador, tipo genético, tiempo de maduración, interacciones entre los efectos, plato y orden de la muestra sobre las características organolépticas de la carne de corderos Corriedale y cruza.

Table 2: Effect of tasters, genetic type, ageing time, interaction between effects, plate and sample order on meat organoleptic characteristics from pure Corriedale and crossbred lambs.

Variable	Catador (1)	Tipo genético (2)	Tiempo de maduración (3)	Plato	Orden de la muestra	1X2	1X3	2X3	1X2X3
Intensidad olor a cordero	***	ns	ns	*	ns	+	ns	ns	ns
Intensidad olores extraños	***	ns	*	*	ns	ns	ns	*	ns
Terneza	***	*	***	***	ns	ns	* **	ns	ns
Jugosidad	***	**	***	**	ns	*	* **	ns	ns
Flavor a cordero	***	ns	*	**	ns	*	ns	ns	ns
Flavor ácido	***	ns	ns	**	+	ns	ns	+	ns
Flavor hígado	***	ns	***	***	ns	ns	ns	ns	ns
Flavores extraños	***	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	ns
Calidad de flavor	***	ns	ns	**	ns	*	*	ns	ns
Apreciación global	***	ns	+	**	ns	+	ns	ns	ns

ns: $p > 0,05$; (+): $p \leq 0,05$; (*): $p \leq 0,01$; (**): $p \leq 0,001$; (***): $p \leq 0,0001$.

sensoriales evaluadas, lo cual implica que globalmente los catadores valoraron las muestras de forma diferente de una sesión a otra y dentro de una sesión de un plato a otro. Mientras que el orden de la muestra resultó significativo sólo para la característica flavor ácido.

El tipo genético afectó ($p \leq 0,001$) sólo las características sensoriales vinculadas a la textura de la carne (terneza y jugosidad), resultando menos importante que el tiempo de maduración. En efecto y salvo el olor a cordero, el flavor ácido y la calidad del flavor, el resto de los descriptores analizados cambiaron ($p \leq 0,05$) conforme avanzó la maduración.

El efecto del tipo genético para la mitad de los descriptores analizados (jugosidad, olor a cordero, flavor a cordero, calidad de flavor y apreciación global) y el de algunos de éstos a lo largo de la maduración (terneza, jugosidad y calidad de flavor) varió

conforme el catador actuante ($p \leq 0,05$). La interacción significativa catador x tipo genético y catador x maduración, indica que no existió consistencia en las valoraciones realizadas. No obstante, el efecto de la interacción no implicó un cambio en el ranking de las valoraciones de los diferentes tratamientos, sino en la magnitud de las diferencias entre ellos.

De las otras interacciones estudiadas sólo resultó significativa tipo genético x tiempo de maduración para los descriptores intensidad de olores extraños ($p \leq 0,01$) y flavor ácido ($p \leq 0,05$).

En el Cuadro 3 se presenta un resumen de los resultados obtenidos tras la ejecución de las catas.

El efecto del tipo genético sobre la terneza de la carne, concuerda en dirección y magnitud con el encontrado para la jugosidad. Para ambas características la carne proveniente de corderos cruza recibió mejor

Cuadro 3: Calidad sensorial de muestras de Longissimus dorsi a lo largo de la maduración provenientes de corderos Corriedale y cruza.

Table 3: Sensory quality on sample Longissimus dorsi muscle Corriedale and crossbred lambs beyond ageing.

Características	Tipo genético:		Maduración (días):				
	Corriedale puro	Hampshire Down x Corriedale	1	2	4	8	16
Olor							
Intensidad olor a cordero	5,0 a	4,9 a	4,9 a	4,9 a	5,0 a	5,1 a	5,1 a
Intensidad olores extraños	3,1 a	3,1 a	2,8 b	3,0 a	3,1 ab	3,2 ab	3,4 a
Textura							
Terneza	5,7 b	6,0 a	4,5 d	5,4 c	5,9 b	6,5 a	6,9 a
Jugosidad	4,7 b	5,0 a	4,3 c	4,7 b	5,1 a	5,1 a	5,0 a
Flavor							
Flavor a cordero	6,0 a	6,0 a	5,8 b	6,0 ab	6,0 ab	6,1 a	6,1 a
Flavor ácido	3,8 a	4,0 a	3,8 a	3,8 a	3,9 a	3,9 a	4,0 a
Flavor hígado	3,3 a	3,4 a	2,9 b	3,2 b	3,2 b	3,7 a	3,7 a
Flavores extraños	4,2 a	4,2 a	3,6 b	3,6 b	3,6 b	3,9 ab	4,0 a
Calidad de Flavor	4,2 a	4,2 a	4,2 a	4,3 a	4,4 a	4,2 a	4,1 a
Apreciación Global	4,1 a	4,1 a	3,9 ab	4, ab	4,3 a	4,0 ab	3,9 b

(a, b, c, d): Valores seguidos por diferente letra en distintas columnas, dentro de cada efecto, difieren en $p \leq 0,01$.

nota que la de sus contemporáneos puros, a pesar que la jugosidad recibió siempre notas inferiores. Con respecto al efecto del tiempo de maduración, los resultados del Cuadro 3 son coincidentes con los análisis instrumentales de textura realizados sobre la carne de estos mismos animales (Cuadro 1), registrándose mejoras en la nota asignada por los catadores conforme transcurre la maduración desde 1 hasta 8 días, sin cambios significativos ($p > 0,05$) entre el día 8 y 16. Con el atributo jugosidad se observó la misma tendencia.

Contrariamente al comportamiento señalado para las características de textura de la carne, la intensidad de olores extraños comienza a hacerse más evidente a partir de los 8 días de maduración, en particular para la carne proveniente de corderos cruza, donde las diferencias conforme avanza la maduración alcanza efectos significativos (2,5, 3,1, 3,1, 3,4 y 3,4 para 1, 2, 4, 8 y 16 días de maduración; $p > 0,05$, respectiva-

mente). En la carne de corderos Corriedale si bien se registró la misma tendencia, las diferencias en la nota del descriptor olores extraños conforme avanza la maduración fueron ligeras (3,1, 2,8, 3,0, 3,0 y 3,4 para 1, 2, 4, 8 y 16 días de maduración; $p > 0,05$, respectivamente). El flavor a cordero registró la misma tendencia general, encontrándose los valores mayores a partir del día 8 de maduración.

A su vez e independientemente del tipo genético, se registraron notaciones superiores ($p \leq 0,05$) en las características flavor hígado, sabores extraños y en la apreciación global de las muestras con más tiempo de maduración y ligeramente inferiores en la calidad del flavor ($p = 0,06$).

El flavor ácido sólo resultó afectado por el tiempo de maduración para la carne de corderos Corriedale: 3,8, 3,6, 3,6, 4,0 y 4,0 para 1, 2, 4, 8 y 16 días de maduración; $p \leq 0,05$, respectivamente). En la carne de corderos cruza si bien se registró la misma

tendencia, las diferencias en la nota del descriptor flavor ácido conforme avanza la maduración fueron ligeras (3,8, 3,9, 4,2, 3,9 y 4,1 para 1, 2, 4, 8 y 16 días de maduración; $p > 0,05$, respectivamente).

En el Cuadro 4 se presentan los resultados obtenidos por el panel de catadores en el apartado de observaciones no solicitadas.

Las respuestas obtenidas por el panel en este punto, se agruparon en diferentes categorías. Se presenta el efecto del tipo genético y del tiempo de maduración sobre las 11 categorías elaboradas a partir de las respuestas que se originaron a lo largo de las sesiones de cata.

Cuadro 4: Efecto del tipo genético y del tiempo de maduración sobre las diferentes categorías elaboradas a partir de las observaciones no solicitadas (probabilidad esperada vs observada, en %).
Table 4: Effect of genetic type and ageing time on different categories made by different observation (expected probability vs observed probability, in %).

Nota de olor y flavor (%)	Tipo genético	C	HDC	Maduración (días):	1	2	4	8	16
Ácido (68)	Ns	48,5	51,5	ns	19,1	17,6	19,1	17,6	26,5
Grasa y Sebo (158)	Ns	56	44,0	ns	20,9	22,1	21,5	19,0	16,5
Salado (29)	+	31,0	69,0	ns	13,8	31,0	17,2	20,7	17,2
Picante: agrio, leche fermentada, caldo amargo (219)	Ns	51	48,9	ns	19,6	17,8	20,5	18,3	23,7
Pescado: sardina, escabechado (16)	Ns	63	37,5	ns	12,5	18,8	12,5	25,0	31,3
Excesivamente madurado: viejo, pasado, estropajoso, hígado, rancio, amargo, avinagrado (253)	Ns	55,0	45,0	ns	21,7	17,0	19,0	21,3	20,9
Agradable: manteca, lácteo, dulce, pienso, pan, harina tostado, cacahuete tostado, perfume (155)	**	40	60,0	ns	15,5	19,3	24,5	20,0	20,6
Claramente desagradable: pescado podrido, excrementos, sucio, fermentos orgánicos, lana sucia, mal oliente, amoníaco y orina, raro, pelo quemado, madera podrida, cuadra, establo (121)	Ns	42,1	57,9	***	15,7c	13,2c	14,0c	20,7b	36,4a
Vegetales: col y hierba, especiado, paja, verdura cocida (143)	Ns	46,9	53,1	ns	17,5	26,6	21,0	18,9	16,1
Químicos: alcanfor, lejía, conservantes, humedad, moho, mojado, madera mojada, medicamento, pegamento, antipolilla, goma, cerillas (61)	Ns	46,7	53,3	ns	21,3	14,8	19,7	22,9	21,3
Problemas cocción: quemado, tostado, sangre, metálico, plancha, hierro, humo, carne cocida, parrilla, seca (137)	Ns	46,7	53,3	ns	16,8	22,6	20,4	20,4	19,7

(n° de observaciones).

ns: $p > 0,05$; (a, b, c) entre columnas: ($p \leq 0,05$); (*): $p \leq 0,01$; (**): $p \leq 0,001$; (***): $p \leq 0,0001$.

El tipo genético afectó las notas de olor y flavor agrupadas en las categorías salado y agradable, resultando la carne proveniente de corderos cruza con probabilidades superiores a las esperadas (que eran del 50% para cada tipo genético) en comparación con la de sus contemporáneos puros, en señalar la carne salada (69 vs 31%, $p \leq 0,05$; respectivamente) y agradable (60 vs 40%, $p \leq 0,01$; respectivamente). De todas formas y al igual que lo señalado para las características analizadas en el Cuadro 3, el tipo genético no parece tener una incidencia especial sobre la aparición de adjetivos no solicitados proporcionados por el panel de catadores. Por su parte el tiempo de maduración, fue el factor que presentó nuevamente la mayor significancia ($p \leq 0,0001$) dentro de las categorías de observaciones no solicitadas que resultaron afectadas. La aparición de aromas y sabores poco deseables a lo largo de la maduración es el resultado de procesos oxidativos que producen un aumento de los sabores anormales y un descenso de los deseables.

Los resultados significativos obtenidos con el tiempo de maduración para la categoría de observaciones no solicitadas agrupada en "claramente desagradables", muestran el incremento en las probabilidades observadas frente a las esperadas de esta sensación conforme transcurre la maduración (que en este caso eran del 20% para cada tiempo de maduración): 15,7, 13,2, 14,0, 20,7 y 36,4%, para 1, 2, 4, 8 y 16 días de maduración, $p = 0,0001$; respectivamente). Estos resultados están en el mismo sentido que las valoraciones negativas que el panel realizó a las características de olor y flavor a partir de los 8 días de maduración (Cuadro 3).

Discusión

Los resultados indican que los catadores no valoraron las muestras en la misma forma, haciendo distinto uso de la escala.

Este hecho es característico de los ensayos sensoriales (Wood et al., 1996), y coincidente con lo encontrado en los trabajos de Alfonso (2000) y Panea (2002). Asimismo y debido al diseño de la prueba no resulta extraño que el efecto plato también haya resultado significativo, porque en cada sesión y plato los catadores no evaluaban los mismos tratamientos. Además hay una cantidad de factores que pueden influir entre sesiones (estado fisiológico y psicológico de los catadores, etc.) y aun dentro de una sesión entre platos (diferente combinación de muestras, etc.), determinando que las valoraciones sean diferentes (Alfonso, 2000). El orden de la muestra también ha sido señalado como otro factor influyente en la percepción sensorial (Macfie et al., 1989).

Efecto del tipo genético

Campo (1999) y Adelino (2002), también señalan mayor efecto del tiempo de maduración que de la raza sobre las características sensoriales de carne vacuna.

Sañudo et al. (1992); Sañudo et al. (1993); Suárez et al. (2000); Safari et al. (2001), trabajando con carne de cordero, tampoco encuentran efecto del tipo genético sobre las características organolépticas evaluadas por un panel sensorial. En tanto que Sañudo et al. (1997), sólo encontraron efecto del tipo genético para los atributos de ternura y jugosidad, confirmando la poca importancia relativa del factor raza sobre la calidad sensorial, sobre todo cuando las comparaciones se realizan dentro de un mismo tipo comercial.

Resulta destacable el hecho de que se hayan registrado diferencias en el tipo genético en la textura de la carne a nivel sensorial (Cuadro 3), pero no instrumentalmente (Cuadro 1). Esta situación pone en evidencia la importancia de realizar estudios complementarios que evalúen directamente la calidad de la carne, a través de paneles de catadores y/o estudios de consu-

midores. El análisis sensorial no sólo permite colocar en perspectivas los resultados obtenidos con el análisis instrumental (Warriss, 2000), sino que es capaz de analizar características organolépticas, como el flavor, que presentan una interpretación instrumental deficiente (Sañudo, 1992).

La terneza de la carne, además de la cantidad y tipo de tejido conjuntivo presente, está explicada por factores como el contenido de grasa subcutánea o intramuscular y su relación directa con la tasa de enfriamiento post mortem y consecuente incremento de la actividad autolítica a nivel muscular y paralela disminución del acortamiento miofibrilar (Smith et al., 1976). En los animales de este experimento el espesor de grasa subcutánea y la nota de clasificación de la canal resultaron mayores en los corderos Corriedale, mientras que los corderos cruza presentaron mayores niveles de grasa interna e intermuscular (Bianchi et al., 2004 a).

La concordancia en los resultados del análisis sensorial para las características: terneza y jugosidad se explicaría en que ambas determinan, en gran medida, la textura de la carne: la terneza como componente mecánico y la jugosidad a nivel de succulencia (Dransfield, 1994).

Alfonso (2000), revisando los factores que afectan la calidad organoléptica de la carne ovina en general, y la terneza y jugosidad en particular, indica que los resultados disponibles en la literatura referentes a la influencia de la raza, son bastante inconsistentes, encontrándose desde trabajos que señalan diferencias significativas en función de la raza, hasta otros que no lo hacen.

El hecho de que no se registrara efecto del tipo genético sobre ninguno de los descriptores de olor y flavor analizados, es probable que responda al tipo de dieta que tuvieron todos los corderos del presente trabajo y al grado de influencia de ésta sobre el olor y flavor de la carne ovina (Alfonso, 2000). Los corderos criados en extensivo a base de pasto, como los del presente trabajo,

tienden a presentar una carne con olores y sabores a cordero más intensos (Sañudo et al., 1998; Sañudo et al., 2000 b). Asimismo se ha señalado una mayor intensidad de olores anormales y flavor a hígado en corderos de pasto (Alfonso 2000) con edades al sacrificio similares a las del presente trabajo.

Es probable que el sistema de producción haya enmascarado diferencias debidas al tipo genético, sobretodo si se tiene en cuenta el origen del panel de catadores. En el presente trabajo el panel fue de origen español y la carne provenía de corderos uruguayos pesados criados en extensivo a base de pasto. En los trabajos de Griffin et al. (1992); Sañudo et al. (1998); Alfonso (2000) y Bianchi et al. (2004 b), se señala que las preferencias del panel están claramente influenciadas por su origen, valorando mejor aquellos productos a los que están acostumbrados, y en cierto modo rechazando los productos desconocidos. Estos resultados sugieren que el conocimiento previo del producto, la familiaridad o los hábitos de consumo de los catadores, influyen de forma directa sus preferencias y pueden servir para explicar las bajas puntuaciones de apreciación global otorgadas por los catadores españoles a las muestras de carne uruguaya.

Efecto del tiempo de maduración

En el Cuadro 5 se presenta un resumen de resultados experimentales que evaluaron el efecto del tiempo de maduración sobre la textura instrumental y la calidad sensorial de la carne de ovinos recientemente revisados por Bianchi (2005).

Los resultados que se presentan en el Cuadro 5, son bastante coincidentes con los resultados del presente trabajo y con el hecho comprobado de ablandamiento de la carne conforme esta fase se prolonga, y atribuido a la acción del complejo de enzimas e inhibidores (calpaína-calpastatina) y en menor grado a las catepsinas (Beltrán, 1988; Sañudo, 1992); a pesar que Hopkins

Cuadro 5: Efecto de la maduración sobre la textura instrumental y calidad sensorial de carne ovina. Resumen de resultados experimentales.

Table 5: Ageing time effect on instrumental texture and sensorial quality in sheep meat. Summary of experimental results.

Referencia	Especie y raza	Músculo	Tratamientos	Principales resultados
Shorthouse et al., (1986)	Ovino- sin especificar	Longissimus dorsi y Semimembranosus	0, 1, 2, 3, 6 y 14 días de maduración	El tiempo de maduración resultó la variable más importante (frente a la estimulación eléctrica y la tasa de enfriamiento), registrándose una mejora en la ternura de la carne conforme transcurrió la maduración de 0 a 14 días y la temperatura se elevaba de 0 a 9 °C.
Beltrán (1988)	Ovino- Rasa Aragonesa	Longissimus dorsi	1, 4 y 7 días de maduración	Fuerte efecto ablandador conforme transcurrió la maduración.
Heeler y Koohmaraie (1994)	Ovino- sin especificar	Longissimus dorsi	sacrificio – 3 horas, 3 – 24 h y 14 días de maduración	Desde el sacrificio y hasta las 3 h post-mortem ocurrió una disminución en la fuerza de corte y luego se incrementó hasta las 24 h, para finalmente disminuir conforme transcurría la maduración.
Vergara y Gallego (2000)	Ovino- Manchega	Longissimus dorsi	1, 5, 8, 11 y 14 días de maduración	Se registró una disminución en la fuerza de corte conforme transcurrió la maduración, particularmente en el lote de corderos que habían sido insensibilizados eléctricamente previo al sacrificio.
Beltrán et al. (2001)	Ovino- Rasa Aragonesa	Longissimus dorsi Semitendinosus Semimembranosus Gluteo-biceps	3 días de maduración en canal vs 1, 2, 4 y 8 días de maduración en canal + 21 días envasado al vacío	No se registraron diferencias en la textura instrumental (métodos de compresión y Warner-Braztler) de la carne madurada más de 22 días, independientemente del tiempo de maduración previo en canal (1- 8 días). De las notas sensoriales relevadas (olor a cordero, ternura, jugosidad, flavor a cordero, flavor grasa, flavor hígado, calidad de flavor y apreciación global), los catadores sólo encontraron diferencias en la ternura, jugosidad y flavor a hígado, separando claramente el grupo testigo (peor) de las muestras de los tiempos de maduración en canal 1, 2, 4 y 8 días que fueron más tarde envasadas durante 3 semanas al vacío. Los consumidores también encontraron las muestras testigo menos tiernas que las otras y también prefirieron globalmente, independientemente del músculo analizado, los otros tratamientos frente al testigo.

Cuadro 5: Continuación.
Table 5: Continue.

Referencia	Especie y Raza	Músculo	Tratamiento	Principales resultados
Devine et al. (2002)	Ovino – cruza Romney Marsh	Longissimus dorsi	0, 8, 26 y 72 h	El rigor a 18 °C produjo carne más tierna conforme transcurrió la maduración a temperaturas de 18 y 35°C
Martínez-Cerezo et al. (2002)	Ovino – Merino Español, Churra y Rasa Aragonesa	Semitendinosus Semimembranosus	1, 2, 4, 8 y 16 días de maduración	Se registraron mejoras en la nota de ternura asignada por el test de consumidores conforme transcurrió la maduración desde 1 hasta 8 días, sin cambios apreciables entre el día 8 y 16, particularmente en el músculo Semimembranosus y en las razas Churra y Merino Español.
Kuber et al. (2003)	Ovino – 7/8 Columbia x 1/8 Dorset	Longissimus dorsi	1, 3, 6, 12, 24 y 48 días en animales portadores del gen ca-lipyge y testigos	Se registró un efecto ablandador conforme transcurrió la maduración, particularmente en los corderos que no presentaban el gen que provoca la hipertrofia muscular.
Medel et al. (2003)	Rasa Aragonesa	Semitendinosus Semimembranosus Gluteo-biceps	1 día de maduración en canal + 5, 10 o 15 días en atmósferas modificadas (60% O ₂ , 30 % CO ₂ y 10 % N)	No se registraron diferencias sobre la calidad sensorial (ternura, olor y flavor) de los diferentes productos.

y Thompson (2002), 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. Panea (2002), revisando varios trabajos sobre el tema, señala que ha sido demostrado cierto grado de proteólisis del colágeno durante la maduración, producto de la desaparición de los proteoglicanos que protegen al colágeno del ataque enzimático. Hecho éste no constatado en el experimento de Medel et al.

(2002), donde los resultados sugieren que el ablandamiento que ocurre conforme avanza la maduración es ejercido sobre el componente miofibrilar y no sobre el tejido conjuntivo.

En los experimentos de Beltrán et al. (2001) y Martínez-Cerezo et al. (2002), los autores estudiaron diferentes músculos y, coincidentemente, el Semitendinosus resultó el más tierno frente a los restantes, diferencias que disminuían conforme avanzaba la maduración. Estos resultados sugieren que el efecto de la maduración sobre la ternura de la carne, es al menos tan importante como las diferencias entre músculos disímiles, pudiendo sobreponerse a ellas y

homogeneizar productos que en un principio son diferentes.

Asimismo, la tasa de ablandamiento conforme avanza la maduración, también depende del sistema de producción - alimentación, tipo genético (asociado a la presencia o no del gen callipyge) y temperatura durante la fase de rigor mortis; reportándose las mayores tasas de ablandamiento en animales alimentados a pasto (Realini et al., 2004), en corderos que no presentan el gen que provoca la hipertrofia muscular (Kuber Duckett et al., 2003) y con temperaturas de rigor entre 4-18 °C (Wahlgren y Tornberg, 1996; Hopkins y Thompson, 2002).

Ha sido señalado por Etherington et al. (1987), y más recientemente por Koohmaraie et al. (2003) y Taylor (2003), que aproximadamente el 80% del ablandamiento se alcanza en el vacuno transcurridos más de dos semanas (aunque depende de la raza evaluada: más rápido en los animales doble musculados y más lento en las razas rústicas; Campo et al., 1998; Sañudo et al., 1998 b; Campo, 1999), siendo en la primera semana donde los resultados son más evidentes: Campo, 1999; Campo et al., 2000; Adelino, 2002; Monsón, 2003; Monsón et al. (2003). La información experimental consultada respecto a la maduración en el ovino, sugiere tiempos intermedios entre el vacuno y el cerdo (Etherington et al., 1987; Dransfield, 1994; Koohmaraie et al., 2003), coincidiendo con los 8 días de maduración postmortem a 4 °C encontrados en el presente experimento.

Conclusiones e Implicancias Prácticas

- Independientemente del genotipo evaluado, el tiempo de maduración afectó la textura de la carne, resultando en una tasa de ablandamiento importante hasta el día 8 de maduración.

- Sensorialmente los catadores también valoraron la carne más madurada, señalándola más tierna y jugosa. Sin embargo, transcurridos 8 días de maduración, los componentes de textura no cambiaron y con 16 días de maduración comenzaron a detectarse olores y sabores extraños en la carne madurada, incidiendo en su aceptación global.

- La información experimental consultada respecto al efecto del tiempo de maduración sobre la textura instrumental y la calidad sensorial de la carne de ovinos es bastante coincidente con el hecho comprobado de ablandamiento de la carne conforme esta fase se prolonga. En el ovino tiempos intermedios entre el vacuno y el cerdo han sido postulados, más concretamente 8-10 días de maduración, para disminuir las variaciones de terneza entre canales y mejorar la aceptabilidad del consumidor.

- En virtud de los costos que implicaría para la industria frigorífica la maduración de las canales en cámaras y considerando su peso relativo dentro del complejo cárnico, una campaña de información al consumidor sería conveniente para que fuese él mismo quien procediese a madurar la carne en su refrigerador y conseguir una óptima valoración del producto.

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.
- Alfonso, M. 2000. Caracterización sensorial y aceptabilidad de la carne de doce tipos ovinos representativos de distintos sistemas de producción europeos. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza. Facultad de Veterinaria. 300p.
- Arsenos, G., Barros, G., Fortomaris, P., Katsaounis, N., Stamataris, C., Tsares, L. and Zygoiannis, D. 2002. Eating quality of lamb meat: effects of breed, sex, degree of maturity and

- nutritional management. *Meat Science* 60: 379 - 387.
- 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. y Roncalés, P. 2000. Determinación de la textura. 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.
- Beltrán, J.A., Sañudo, C. y Medel, I. 2001. Maduración en canal: cuartos al vacío. Informe Euroagri-Cleanlamb 2001. I/IV. 15 p.
- Bianchi, G., Garibotto, G., Feed, O., Franco, J., Peculio, A. y Bentancur, O. 2004a. Características productivas, de la canal y de la carne en corderos pesados Corriedale y Hampshire Down x Corriedale. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 25 (1-2): 75-91.
- Bianchi, G., Garibotto, G., Feed, O., Bentancur, O., Franco, J. y Peculio, A. 2004b. Effect of the sex and slaughter weight on sensory meat quality of Corriedale, Southdown x Corriedale and Hampshire Down x Corriedale lambs. In: 27° Congreso Argentino de Producción Animal de la AAPA. 20-22 de octubre de 2004. Tandil. Provincia de Buenos Aires. Argentina.
- Bianchi, G. 2005. Características productivas, tipificación de la canal y calidad de carne a lo largo de la maduración. de corderos pesados Corriedale puros y cruzados en sistemas extensivos. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza. Facultad de Veterinaria. Zaragoza. España. 102 p.
- Campo, M.M., Sañudo, C., Panea, B.P., Albertí, P. and Santolaria, P. 1998. Breed and Ageing Time Effects on Textural Sensory Characteristics of Beef Strip Loin Steaks. In: 44th ICoMST. August 30th - September 4th, Barcelona, Spain. pp: 898 - 899.
- Campo, M.M. 1999. Influencia de la raza sobre la textura 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. and 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.
- Cochran, W.G. and Cox, G.M. 1973. Capítulo 11. Diseños balanceados y parcialmente balanceados en bloques incompletos. In: Diseños experimentales. (Ed. Trillas). Mexico. pp: 482- 527.
- Devine, C.E, Payne, S.R., Peackey, B.M., Lowe, T.E., Ingram, J.R. and Cock, C.J. 2002. High and low rigor temperature effects on sheep meat tenderness and ageing. *Meat Science* 60: 141 - 146.
- Dransfield, E. 1994. Optimisation of Tenderisation, Ageing and Tenderness. *Meat Science* 36: 105 -121.
- Etherington, D.J., Taylor, M.A.J. and 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.
- Griffin, C.L., Orcutt, M.W., Riley, R.R., Smith, G.C., Savell, J.W., Shelton, M. 1992. Evaluation of palatability of lamb, mutton and chevon by sensory panels of various cultural backgrounds. *Small Ruminant Research* 8: 67- 74.
- Guerrero, L. 2000. Determinación sensorial de la calidad de la carne. 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: 207-220.
- Hopkins, D.L. and Thompson, J.M. 2002. 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.
- Hudson, L.W., Gimp, H.A., Woolfolk, P.G., Kemp, J.D. and 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. and 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., Snower, G.D., Doobon, M.V., Vierck, J.L. and Bailey, J.F. 2003. Measuring the effects of phenotype and mechanical restraint on proteolytic degradation and rigor shortening in callipyge lambed 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.
- Macfie, H.J., Bratchell, N., Greenhoff, K. and Vallis, L.V. 1989. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. In: *Journal of Sensory Studies*. M.C. Gacula, J.R. Ed. Food and Nutrition. Press, Inc.pp: 130 - 148.
- María, G.A., Villaroel, M., Sañudo, C., Olleta, J.J. and Gebresenbet, G. 2003. Effect of transport time and ageing on aspects of beef quality. *Meat Science* 65: 1335 - 1340.
- Martínez-Cerezo, S., Sañudo, C., Olleta, J.L., Medel, I., Panea, B., Macie, S. and 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. and 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.
- Medel, I., Sañudo, C., Roncalés, P., Panea, B., Martínez, S., and Beltrán, J.A. 2003. Sensory quality of loin and leg lamb chops packaged in modified atmosphere. In: 49th ICoMST. 2nd Brazilian Congress of Meat Science and Technology. pp:205-206.
- 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 Agro-ganadera" del Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos de la Universidad de Zaragoza. Curso Académico 2002-2003.
- Monson, F., Medel, I., Olleta, J.L., Panea, B., Pardos, J.J., Sañudo, C. y Sierra, I. 2003. Influencia de la raza, ecotipo, sexo, y peso sobre la calidad instrumental (textura) 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.
- Panea, B. 2002. Influencia de la raza -sistema de productivo sobre el tejido conjuntivo y la textura de la carne bovina. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza. Facultad de Veterinaria. 224 p.
- Realini, C.E., Duckett, S.K., Brito, G.W., Dallariza, M. and De Mattos, D. 2004. Effect of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition and quality of uruguyan beef. *Meat Science* 66: 567 - 577.
- Salgado, C. 2003. El mercado mundial de carne ovina. In: 12º Congreso Mundial de la raza Corriedale. 1-10/9/2003. Montevideo. Uruguay. Conferencia (CD-ROOM) y 91-96.
- Safari, E., Fogarty, N.M., Ferrier, G.R., Hopkins, L.D. and Gilmour. 2001. Diverse lamb genotypes. 3. Eating quality and the relationship between its objective measurement and sensory assessment. *Meat Science* 57: 153 - 159.
- 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., Delfa, R., Gonzalez, C., Alcalde, M.J., Casas, M., Santolaria, P. y Vigil, E. 1992. Calidad de la carne del Ternasco. ITEA. Vol. 88 A No 3 : 221 - 227.
- Sañudo, C., Sierra, I., Alcalde, M.J., Rota, A. y Osorio, J.C. 1993. Calidad de la canal y de la carne en corderos ligeros y semipesados de las razas Rasa Aragonesa, Lacaune y Merino Alemán. ITEA. Vol. 89 A No 3: 203 - 214.
- Sañudo, C., Campo, M.M., Sierra, I., María, G.A., Olleta, J.L. and Santolaria, P. 1997. Breed effect on carcass and meat quality of suckling lambs. *Meat Science* 46(4): 357 - 365.
- Sañudo, C., Nute, G.R., Campo, M.M., Marial, G., Baker, A., Sierra, I., Enser, M.E. and Wood, J.D. 1998. Assessment of commercial lamb meat quality by British and Spanish taste panels. *Meat Science* 48 (1, 2): 91 - 100.
- Sañudo, C., Olleta, J.L., Campo, M.M., Alfonso, M. y Panea B. 2000 a. Propuesta de muestreo. 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: 141- 144.
- Sañudo, C., Enser, M.E., Campo, M.M., Nute, G.R., Marial, G., Sierra, I. and Wood, J.D. 2000 b. Fatty acid composition and sensory characteristics of lamb carcasses from Britain and Spain. *Meat Science*. 54: 339 - 346
- SAS. Institute Inc., SAS/STAT. User's Guide, versión 8.0. Carey, N.C. 1998.
- Shorthose, W.R., Powell, V.H. and 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.
- Siegel, S. 1956. Non parametric statistics for the behavioral sciences. Ed. Mc Graw-Hill. 313 p.
- Smith, G.C., Dutson, T.R., Hostetler, R.L. and Carpenter, Z.L. 1976. Fatness, rate of chilling and tenderness of lamb. *Journal of Food Science* 41: 748 -756.
- Suarez, V.H., Buseti, M.R., Garriz, C.A., Gallinger, M.M. and Babinec, F.J. 2000. Pre-weaning growth, carcass traits and sensory evaluation of Corriedale, Corriedale x Pampinta and Pampinta lambs. *Small Ruminant Research* 36: 85 - 89.
- Taylor, R. 2003. Meat tenderness: Theory and Practice. Conference. In: 49th International Congress of Meat Science and Technology. pp: 56-66.
- Vergara, H. y Gallego, L. 2000. Effect of electrical stunning on meat quality of lamb. *Meat Science* 56: 345 - 349.
- Wahlgren, N.M. and Tornberg, E. 1996. Ageing of beef studies by using different instrumental techniques and sensory tenderness. In: 42th ICoMST. pp: 432 - 433.
- Warriss, P.D. 2000. Animal welfare. In: *Meat Science . An Introductory Text*. CABI. Publishing. London. pp: 209-228.
- Wheeler, T.L. and Koohmarie, M. 1994. Prerigor and Postrigor Changes in Tenderness of Ovine Longissimus Muscle. *Journal of Animal Science* 72: 1232- 1238.
- Wood, J.D., Nute, G.R., Baker, A. and Vallis, L. 1996. Assessment of pork eating quality: comparisons between individual taste panellists. *Animal Science* 62: 664.