

EFECTO DEL TRANSPORTE Y TIEMPO DE ESPERA EN FRIGORÍFICO SOBRE LOS NIVELES DE CORTISOL PLASMÁTICO, CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL Y DE LA CARNE DE CORDEROS PESADOS

Bianchi, G.¹; Garibotto, G.¹; van Lier, E.²; Franco, J.¹; Feed, O.³; Peculio, A.¹; Bentancur, O.⁴; Courdín, V.⁵; Fernández, M.E.⁵

Recibido: 15/10/04 Aceptado: 27/12/04

RESUMEN

Se estudió el efecto de la duración del transporte, posición en el camión y tiempo de espera en matadero sobre los niveles de cortisol en plasma sanguíneo y sobre algunos parámetros de la calidad de canal y de la carne de 216 corderos pesados Corriedale y cruza Hampshire Down y Southdown x Corriedale. Los animales se criaron sobre pasturas sembradas. Los sacrificios se realizaron a fecha fija con una edad (promedio \pm DE) de 142 ± 11.9 días de edad, un peso vivo (promedio \pm DE) de 31.8 ± 5.67 -kg y un estado corporal (promedio \pm DE) de 3.53 ± 0.25 . Independientemente de los tratamientos se registró un incremento ($p=0.0001$) en los niveles de cortisol plasmático de los corderos desde el arribo de los animales al frigorífico, y llegando al punto máximo en el momento del degüelle. De todas formas, ningún tratamiento supuso un compromiso serio para el bienestar animal y tampoco afectó las características de calidad de canal y carne.

PALABRAS CLAVE: manejo pre-sacrificio, cortisol, calidad de canal, carne, cordero.

SUMMARY

EFFECT OF TRANSPORT AND LAIRAGE TIME IN ABATTOIRS ON PLASMA CORTISOL CONCENTRATION, CARCASS CHARACTERISTICS AND MEAT QUALITY IN HEAVY LAMBS

The effects of transport duration, position in truck and lairage time at slaughterhouse on plasma cortisol levels and carcass and meat quality were studied in 216 heavy lambs (purebred Corriedale and crossbreed Corriedale x Hampshire Down and Corriedale x Southdown). The animals were raised on improved pasture. The animals were slaughtered at a constant time with an average (\pm SD) age of 142 ± 11.9 days, with a mean (\pm SD) live weight of 31.8 ± 5.67 kg and 3.53 ± 0.25 of body condition score. The plasma cortisol levels of the lambs independently of the treatments, resulted in an increase ($p=0.0001$) from arrival of the animals at the slaughterhouse to the maximum concentration at the moment of slaughter. However, the treatments did not affect neither the animal welfare nor the carcass and meat quality.

KEY WORDS: pre-slaughter management, cortisol, carcass quality, meat quality, lambs.

¹Universidad de la República. Facultad de Agronomía. Estación Experimental "Dr. Mario A. Cassinoni". Depto. Producción Animal y Pasturas. Unidad Calidad de Producto. Ruta 3, km 363.500. Paysandú. 60000.URUGUAY. E-mail: tano@fagro.edu.uy

²Universidad de la República. Facultad de Agronomía. Depto. Producción Animal y Pasturas. Unidad de Fisiología y Reproducción. Garzón 780. Montevideo.

³Universidad de la República. Facultad de Veterinaria. PLAPIPA. Estación Experimental "Dr. Mario A. Cassinoni". Ruta 3, km 363.500. Paysandú. 60000.URUGUAY.

⁴Universidad de la República. Facultad de Agronomía. Estación Experimental "Dr. Mario A. Cassinoni". Depto. de Estadística y Cómputos. Ruta 3, km 363.500. Paysandú. 60000.URUGUAY.

⁵Bachs. de Facultad de Agronomía, en Tesis de Grado.

INTRODUCCIÓN

Existen numerosos factores que influyen sobre la calidad de la canal y de la carne de los ovinos (Sañudo *et al.*, 1998). De todos ellos, el manejo presacrificio resulta especialmente importante pues puede afectar de forma sensible a los parámetros que determinan la calidad de la carne (Ciria & Asenjo, 2000). La carga y el transporte como agentes inductores de estrés y su influencia sobre la calidad de la carne han sido ampliamente estudiados por numerosos autores recogidos en el reciente trabajo de Ciria & Asenjo (2000). Niveles más elevados de estrés tienden a producir carne de pH más elevado, que en general es más oscura por su menor capacidad para reflejar la luz, tiene una mayor capacidad de retención de agua, es más sensible a la contaminación microbiana, tiende a producir más sabores anormales y es más tierna (Sañudo *et al.*, 1998).

A pesar que en la especie ovina la calidad de carne es menos afectado por el estrés, en comparación con el ganado vacuno o porcino (Sañudo & Campo, 1996; Ciria & Asenjo, 2000), existe la necesidad de investigar con detenimiento la acción de los factores presacrificio sobre el producto final (Sañudo *et al.*, 1998). De hecho, escasas reservas de glucógeno muscular a causa de ayunos prolongados pre-sacrificio o niveles de estrés elevados, asociados a temperaturas corporales normales o por debajo de lo normal, pueden terminar ocasionando problemas de carne DFD (Dark, Firm, Dry; Oscuras, Firmes, Secas), en el ovino (Bekhit *et al.*, 2001). Corderos expuestos a más de una fuente de estrés, manifiestan mayor sensibilidad a un nuevo factor estresante que corderos sometidos a única fuente de estrés (Bray, 1988). Esto sugiere que la respuesta medida en diferentes experimentos al efecto de un único factor estresante, estaría subestimando el impacto real del estrés bajo condiciones comerciales.

Para las condiciones de transporte y sacrificio del Uruguay no se encontraron trabajos sobre el efecto de éstos como agentes inductores de estrés y ni de su influencia sobre la calidad de la carne en las razas ovinas predominantes del país.

Aspectos del bienestar animal todavía no han sido contemplados en la legislación del Uruguay. Recién está comenzando a estudiarse (Bianchi *et al.*, 2003; INIA, INAC, CSU, 2003) y por tanto existen puntos críticos sin resolver. Por el contrario en Europa, la preocupación por el bienestar de los animales de granja ha aumentado considerablemente en los últimos años y se ha traducido en la elaboración de varias directivas que establecen normas mínimas para la protección de los animales, tanto en la granja, como durante el transporte y sacrificio (Manteca, 2003). El bienestar resulta de primordial importancia desde el punto de

vista ético y económico. La exigencia por parte de los consumidores de que se garantice el bienestar de los animales se ha convertido en una condición importante en producción animal (Warris, 2000; Manteca, 2003).

El bienestar del ganado cuando es transportado al matadero ha recibido considerable atención en el ámbito internacional (Knowles, 1998; Knowles *et al.*, 1998; Grandin, 2000; Warris *et al.*, 2002).

El presente trabajo se engloba dentro de un proyecto del Grupo Técnico de Ovinos y Lanos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de la República Oriental del Uruguay que tiene como objetivo preservar la calidad del producto que se maneja, a través de la racionalización de las prácticas instrumentadas en el proceso de carga, transporte, descarga, presacrificio y sacrificio propiamente dicho.

El objetivo particular de esta contribución es estudiar el efecto de la duración del transporte, posición en el camión y tiempo de espera en matadero sobre los niveles de cortisol en plasma sanguíneo y sobre algunos parámetros de la calidad de canal y de la carne de corderos pesados.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en la Estación Experimental "Dr. Mario A. Cassinoni" (EEMAC) de la Universidad de la República, Facultad de Agronomía (Paysandú - Uruguay: 32.5° de latitud sur y 58° de longitud oeste). El período experimental se extendió desde el 23 de febrero al 10 de marzo de 2003.

Se utilizaron doscientos dieciseis corderos macho y hembras de las razas Corriedale y cruza Hampshire Down y Southdown por Corriedale nacidos en agosto-setiembre. Los animales fueron criados hasta su sacrificio sobre pasturas sembradas de: *Lolium multiflorum*, *Cychorium intibus* y *Trifolium pratense* (2800 kg MS/ha, 18.6 % MS) y *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* (1300-1800 kg MS/ha, 32% MS).

Los sacrificios se realizaron a fecha fija con una edad (promedio \pm DE) de 142 ± 11.9 días de edad, un peso vivo (promedio \pm DE) de 31.8 ± 5.67 kg y un estado corporal (promedio \pm DE) de 3.53 ± 0.25 (0-5) de estado corporal (Jefferies, 1961; adaptada por Russel *et al.*, 1969), de manera de contemplar una de las modalidades de producción de cordero en el Uruguay: "cordero pesado precoz" (>30 - 32 kg de peso vivo y estado corporal ≥ 3.5 al sacrificio). Los corderos fueron divididos al azar, previa estratificación por sexo y tipo genético, en dos tratamientos de diferente duración del transporte (transporte 1: 110 km, aproximadamente 2.5 h de viaje; transporte 2: 570 km, aproximadamente 13.5 h de viaje). Los transportes se planificaron de tal ma-

nera que los dos camiones llegaran a frigorífico a las 9:00 a.m. Se utilizaron dos camiones: camión 1 (dimensiones de la caja: 5 x 2.20 m) y camión 2 (dimensiones de la caja: 4 x 2.30 m) para el transporte largo y corto respectivamente. Con el mismo criterio de distribución estratificada, cada lote de cada camión, fue dividido en tres tratamientos de tiempo de espera (tiempo 1: 0 horas, tiempo 2: 9 horas y tiempo 3: 21 h). Los camiones utilizados constaron de doble piso, con tres reparticiones arriba y tres reparticiones abajo. El orden de carga en cada camión fue en función del tiempo de espera en matadero, cargándose primero los animales que más espera tendrían en el frigorífico y así sucesivamente, de forma tal que el último lote a cargar fueron los animales que se sacrificaron inmediatamente de arribados al frigorífico. La asignación de los animales a cada piso de cada repartición, fue también al azar y previa estratificación por sexo y tipo genético. De esta forma el diseño experimental resultante es parcelas divididas con dos repeticiones (siendo día de embarque la repetición), donde parcela mayor es duración de transporte y parcela menor es la combinación de 3 tiempos de espera y dos posiciones de transporte en el camión. Cada tratamiento consta de 2 repeticiones de 18 corderos cada uno. El diseño del experimento se presenta en la Figura 1.

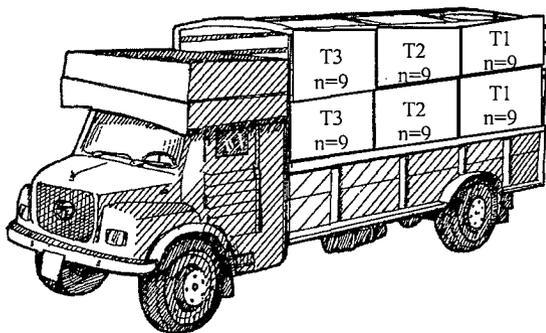
Durante los diferentes períodos de transporte se registraron las condiciones ambientales de temperatura y humedad en la estación meteorológica de la EEMAC situada a 23 km del frigorífico.

Previo al embarque y con un ayuno de 15 h, se procedió a pesar los animales y a determinar su estado corporal.

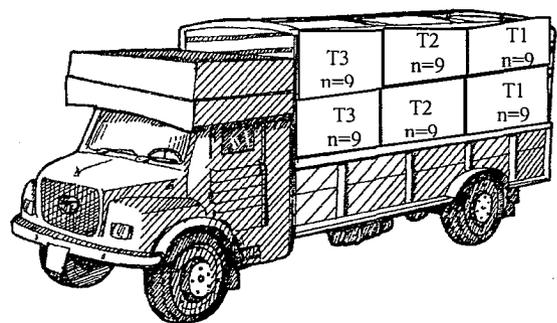
Una semana previo al embarque y sobre una muestra al azar de 6 animales de cada repetición de los 6 tratamientos a evaluar, se procedió a sacar muestras de sangre del lote, por venipunción de la vena yugular. Los corderos fueron esquilados en la zona del cuello para facilitar la toma de las muestras. El sangrado se realizó en condiciones de mínimo estrés. Se tomaron 4 muestras (7:00 am, 9:00 am, 10:30 am y 12:00 am) en cada uno de los 72 animales, con el propósito de estudiar los niveles basales de cortisol en plasma sanguíneo, procediéndose a eliminar la primera muestra. Se tomaron muestras de sangre en el matadero una vez efectuada la descarga, al finalizar cada uno de los tratamientos de espera y al momento del degüelle de los animales. La sangre se colocó en tubos con 0.2 ml de heparina sódica (1000 UI/ml). Se obtuvo el plasma por centrifugación de cada muestra a 3000 rpm durante 10 minutos inmediatamente después de cada muestreo y dentro de las 2 h post-muestreo se almacenó a -20°C hasta su posterior análisis.

La concentración de cortisol fue determinada utilizando un estimador radioinmune previamente validado para ovinos (Coat-A-count radioimmunoassay kits, Diagnostic Products Corporation, Los Angeles, CA, USA; Van Lier *et al.*, 1998).

La faena se realizó en el Frigorífico Casa Blanca S. A. (Paysandú). Las canales se pesaron calientes y frías, luego de 24 horas en cámara de frío forzado a 3°C . Conociendo el peso de canal caliente y el peso vivo pre-embarque se determinó el rendimiento de canal, como el cociente entre el peso de canal caliente y el peso vivo pre-embarque multiplicado por 100.



Transporte Largo (13.5 h)



Transporte Corto (2.5 h)

Figura 1. Diseño experimental del estudio. T1: tiempo 1 (0 h); T2: tiempo 2 (9 h); y T3: tiempo 3 (21 h).

Sobre las canales se evaluó en forma subjetiva el grado de daño (presencia de hematomas: "bruising"), adaptando la escala propuesta por Honkavaara (2000). Las zonas elegidas fueron: paleta, cuarto trasero y costillar, utilizándose una escala de 3 puntos de 1 a 3 (1 = sin daño, 2 = daño leve, 3 = daño moderado o alto). A las 24 h post mortem se determinó el pH de todas las canales (Garrido y Bañón, 2000), se tomaron muestras (Sañudo *et al.*, 2000) del músculo *Longissimus dorsi* y tras 48 h de maduración, se procedió a medir pigmentos hemínicos (análisis químico por espectrofotometría, con lectura a 640 nm; Albertí, 2000), capacidad de retención de agua (método de pérdida por compresión; Plá, 2000) y se realizaron análisis de textura con una célula de cizalla de Warner – Bratzler (Beltrán y Roncales, 2000).

Para todas las variables de respuesta, a excepción de la escala que cuantifica el grado o nivel de daño de la canal, se utilizó el modelo lineal de la forma:

$$Y(ijklm) = \mu + \text{día de embarque (repetición)}i + \text{transporte } j + \text{posición en el camión } k + \text{tiempo de espera } l + (\text{transporte} \times \text{posición en el camión})jk + (\text{transporte} \times \text{tiempo de espera})jl + (\text{posición en el camión} \times \text{tiempo de espera})kl + (\text{transporte} \times \text{posición en el camión} \times \text{tiempo de espera})jkl + e(a)ij + e(b)ijkl + e(c)ijklm;$$

donde:

e (a): varianza entre camiones; e (b): varianza entre tiempos de espera y posición en el camión y e (c): varianza entre animales (error de muestreo).

Se utilizó el procedimiento MIXED del paquete estadístico SAS versión 8.0 (SAS, Institute Inc., 1998).

El efecto de los tratamientos sobre la variable que cuantifica el nivel de daño de la canal y la proporción de animales con canales que mostraron pH entre 5.8 y 6.2 se analizó a través de un modelo lineal generalizado de la forma:

$$\log(p/1-p) = \text{repetición} + \text{transporte} + \text{posición en el camión} + \text{tiempo de espera} + (\text{transporte} \times \text{posición en el camión}) + (\text{transporte} \times \text{tiempo de espera}) + (\text{posición en el$$

$$\text{camión} \times \text{tiempo de espera}) + (\text{transporte} \times \text{posición en el camión} \times \text{tiempo de espera}) + e(a) + e(b) + e(c);$$

donde:

e (a): varianza entre camiones; e (b): varianza entre tiempos de espera y posición en el camión y e (c): varianza entre animales; p = probabilidad de daño en la canal o canales con pH entre 5.8 – 6.2.

Se utilizó el macro GLIMMIX del paquete estadístico SAS versión 8.0 (SAS, Institute Inc., 1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan los registros climáticos de temperatura, humedad y precipitaciones en el período en que se trasladaron los diferentes lotes de animales al frigorífico.

Las condiciones ambientales prevalentes durante el experimento se consideran satisfactorias y no predisponentes a la ocurrencia de resultados negativos en el bienestar animal o en la calidad de su canal o carne.

En la Figura 2 se presenta la evolución en los niveles de cortisol plasmático que mostraron los corderos a lo largo del experimento.

Independientemente de los tratamientos se registró un incremento ($p=0.0001$) en los niveles de cortisol plasmático de los corderos desde el arribo de los animales al frigorífico, llegando al punto máximo en el momento del degüello. Esta tendencia es coincidente con reportes anteriores (Grandin, 1997) y sugiere un grado de estrés creciente conforme el animal se enfrenta a situaciones diferentes con las cuales no está familiarizado. De todas formas, los niveles basales de cortisol en este estudio están por encima de los relevados en otros experimentos con ovinos (Grandin, 1997) o vacunos (María *et al.*, 2002).

En el Cuadro 2 se presenta el efecto del transporte, posición en el camión y del tiempo de espera en frigorífico sobre los niveles de cortisol plasmático de los corderos en los diferentes momentos de muestreo.

Cuadro 1. Registros climáticos (medidos en la estación meteorológica de la EEMAC)-durante el período experimental

Fecha	Precipitaciones (mm)	Temperatura (°C):			Humedad (%):		
		mínima	media	máxima	mínima	media	máxima
23/02/03	1.8	17.2	19.3	21.8	76.0	87.1	100
24/02/03	0	17.9	22.3	28.8	54.8	80.9	100
25/02/03	0	16.9	25.4	33.8	48.4	74.0	98.0
26/02/03	0	22.3	29.1	35.6	49.3	70.4	88.1
27/02/03	2.2	23.4	26.6	35.9	60.4	86.2	100

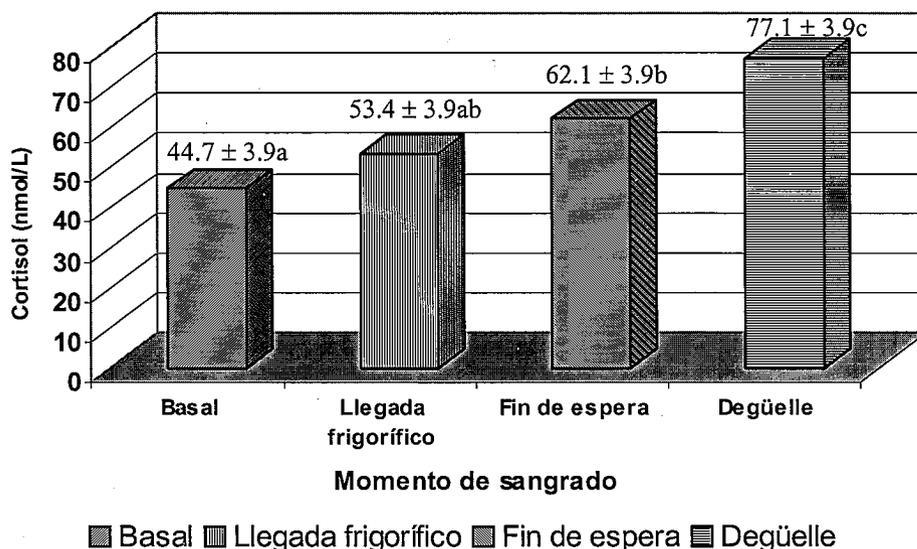


Figura 2. Evolución en los niveles de cortisol plasmático (nmol/L) de corderos pesados. (Media de Mínimos Cuadrados y error estándar). (a,b,c): $p \leq 0.001$.

Cuadro 2. Efecto del tiempo de transporte, posición en el camión y espera en frigorífico sobre los niveles de cortisol plasmático (en nmol/L) al arribo, al finalizar el tiempo de espera y al momento del degüelle en corderos. Media de Mínimos Cuadrados (ajustada por nivel de cortisol plasmático basal) y error estándar.

Tratamiento Transporte	Llegada a frigorífico ns	Fin de espera ns	Degüelle ns
<i>Corto</i>	61.7 ± 7.08	53.9 ± 15.8	74.1 ± 16.1
<i>Largo</i>	45.1 ± 7.08	69.2 ± 15.8	80.1 ± 16.1
Tiempo de espera	----	ns	ns
<i>0 h</i>		----	71.3 ± 16.7
<i>9 h</i>		61.6 ± 15.8	72.9 ± 16.7
<i>21 h</i>		61.5 ± 15.8	87.0 ± 16.7
Posición en camión	ns	ns	ns
<i>Arriba</i>	56.5 ± 7.07	58.4 ± 15.8	79.9 ± 16.1
<i>Abajo</i>	50.3 ± 7.07	64.8 ± 15.8	74.3 ± 16.1
Espera x Posición	----	*	*
<i>0 h x arriba</i>		----	78.5 ± 18.2 ab
<i>9 h x arriba</i>		48.5 ± 16.7 a	59.1 ± 18.2 a
<i>21 h x arriba</i>		68.2 ± 16.7 ab	102.2 ± 18.1 b
<i>0 h x abajo</i>		----	64.1 ± 18.1 a
<i>9 h x abajo</i>		74.7 ± 16.7 b	86.9 ± 18.1 ab
<i>21 h x abajo</i>		54.8 ± 16.7 ab	71.8 ± 18.2 ab

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

Los niveles de cortisol de los corderos al arribo al frigorífico resultaron independientes de los diferentes tratamientos impuestos, no así al finalizar los períodos de espera y al momento del degüelle. El efecto del tiempo de espera de los corderos en frigorífico resultó ($p=0.04$) dependiente de la posición en el camión durante el transporte. Los corderos que permanecieron 9 h en los corrales de espera en el frigorífico previo al sacrificio y que habían sido transportados en el piso inferior del camión, presentaron al finalizar los tratamientos de espera valores de cortisol más altos que aquellos con 9 h de espera, pero que habían viajado en el piso superior (74.7 vs 48.5 nmol/L de cortisol, respectivamente; $p=0.04$). Estos resultados sugerirían que los animales que viajaron en el piso inferior del camión, no tuvieron suficiente tiempo de adaptación presentando los valores de cortisol más altos. Las características de un ambiente con menor iluminación, mayor temperatura y humedad ambiental, sumado a la descarga de orina y heces del piso superior del camión, explicarían estos resultados.

Al momento del degüelle, se observó una tendencia similar, presentando los corderos con mayor espera en frigorífico valores de cortisol superiores a aquellos con menor tiempo de espera, pero sólo para los animales que habían sido transportados en el piso superior (102.2, 59.1 y 78.5 nmol/L de cortisol, para corderos con 21, 9 y 0 h de espera en frigorífico, respectivamente; $p=0.02$). Para el lote que viajó en el piso inferior, el tratamiento de espera intermedio tendió a presentar valores ligeramente superiores que aquellos que fueron sacrificados inmediatamente después de arribados al frigorífico (0 h de espera) o tras 21 h de espera: 86.9, 64.1 y 71.8 nmol/L de cortisol, respectivamente. Estos resultados sugerirían que si las condiciones de transporte no son las más adecuadas, parecería prudential períodos de espera en frigorífico lo suficientemente largos que permitan la recuperación del animal. En condiciones de transporte favorables, no habría mayores impedimentos, al menos desde el punto de vista del bienestar animal, para proceder a su sacrificio tras un período de espera medio, que para el caso del presente experimento fue de 9 h y similar al que normalmente se lleva adelante en los frigoríficos del país (Bianchi *et al.*, 2003).

De la misma forma, podría concluirse al observar la ligera interacción ($p=0.08$) en los niveles de cortisol plasmático entre los tratamientos de transporte y tiempo de espera. Los animales que fueron trasladados durante menos tiempo presentaron niveles hormonales más bajos que aquellos que habían sido transportados durante un viaje largo pero sólo cuando la espera en frigorífico fue de 9 h (46 vs 77.2 nmol/L, respectivamente; $p\leq 0.10$). Para los tratamientos de 21 hr. de espera, las diferencias entre ambos lotes de

corderos desaparecen (61.8 vs 61.2 nmol/L, corderos con transporte largo y transporte corto, respectivamente).

El rendimiento de canal no resultó afectado por ningún tratamiento, registrándose valores entorno al 49%, a pesar que en este estudio el rendimiento se calculó considerando el peso vivo del animal previo a su traslado al frigorífico. De esta forma y si bien los animales se pesaron luego de un ayuno de 15 h en el establecimiento, no se consideraron (como sí se hace comercialmente en el Uruguay), las pérdidas adicionales que puedan haber ocurrido en el transporte y en la espera en frigorífico, particularmente y tal como han sido señaladas en los tratamientos más extremos (Evans *et al.*, 1987; Warris, 2000). Es probable que el ayuno prolongado que tuvieron todos los corderos del presente experimento previo a su traslado a frigorífico, explique la ausencia de efectos negativos de los tratamientos más extremos.

Las canales no resultaron dañadas ni en la región de la pierna, ni en la paleta, tampoco en el costillar. Los corderos del transporte largo, presentaron mayor porcentaje de canales con niveles de daño moderado en la región de la pierna frente a los corderos del transporte corto, pero sólo en aquellos animales que habían sido transportados en el piso inferior (26.7 vs 8.8 %, respectivamente), no existiendo diferencias entre los lotes de corderos que fueron transportados en el piso superior (17.8 vs 19.9 % para corderos del transporte largo y corto, respectivamente). La ausencia de situaciones críticas en el proceso de transporte (condiciones climáticas, carga, descarga y espera en frigorífico), sumado a que la densidad de carga utilizada en el presente experimento (1.17 m²/100 kg de peso vivo) se encuentra por debajo de los valores señalados por la bibliografía como críticos: 0.77 m²/100 kg de peso vivo; Knowles, 1998; Knowles *et al.*, 1998), explicarían que la incidencia de daño registrado en las canales haya sido restringido a una única región, en forma moderada y afectado un bajo porcentaje de animales.

En el Cuadro 3 se presenta el efecto del transporte, posición en el camión y del tiempo de espera en frigorífico sobre el pH, la capacidad de retención de agua, el color, la textura y las pérdidas por cocción de la carne de los corderos.

Para las características que se presentan en el Cuadro 3, ninguna de las interacciones resultó significativa ($p > 0.05$). A su vez, ningún efecto principal afectó las características de calidad de carne evaluadas, a excepción de la variable textura, registrándose un incremento en dicha variable con el tiempo de espera más largo, aunque todos los valores registrados se consideran aceptables (≤ 5 kg; Bickerstaffe, 1996).

Cuadro 3. Efecto del transporte, posición en el camión y del tiempo de espera en frigorífico sobre la calidad de la carne de los corderos. Media de Mínimos Cuadrados y error estándar.

Tratamiento	pH 24 h post mortem (6.2 ±1.7 °C)	Capacidad de retención de agua (% de jugo expelido)	Color: Mioglobina (mg mioglobina/g músculo)	Textura (kg)	Pérdidas por cocción (%)
Largo de transporte	ns	ns	ns	ns	ns
<i>Corto</i>	5.67 ± 0.07	20.1 ± 4.14	3.13 ± 0.17	3.7 ± 0.31	18.8 ± 2.15
<i>Largo</i>	5.68 ± 0.07	16.5 ± 4.14	3.01 ± 0.17	3.7 ± 0.31	18.1 ± 2.15
Tiempo de espera	ns	ns	ns	*	ns
<i>0 h</i>	5.71 ± 0.07	18.7 ± 4.14	3.04 ± 0.19	3.4 ± 0.37 a	18.3 ± 2.19
<i>9 h</i>	5.64 ± 0.07	18.4 ± 4.14	3.06 ± 0.19	3.0 ± 0.37 a	17.6 ± 2.19
<i>21 h</i>	5.68 ± 0.07	17.8 ± 4.14	3.11 ± 0.19	4.7 ± 0.37 b	19.3 ± 2.19
Posición en camión	ns	ns	ns	ns	ns
<i>Arriba</i>	5.68 ± 0.07	18.3 ± 4.14	3.00 ± 0.17	3.7 ± 0.30	18.9 ± 2.15
<i>Abajo</i>	5.68 ± 0.07	18.3 ± 4.14	3.15 ± 0.17	3.7 ± 0.30	17.9 ± 2.15

En términos generales, estos resultados coincidirían con el concepto general de una menor susceptibilidad de la especie ovina frente a situaciones estresantes (Ciria y Asenjo, 2000), y estarían en la misma dirección que los resultados discutidos de los niveles de cortisol plasmático. A su vez, y aunque los niveles de glucógeno muscular no fueron medidos, la alimentación que recibieron los corderos desde el nacimiento hasta su sacrificio fue muy buena, pudiendo explicar la ausencia casi total de efecto sobre las características de calidad de carne frente a tratamientos extremos de transporte y espera en frigorífico. En efecto, independientemente de los tratamientos evaluados, se registraron buenos indicadores de crecimiento y grado de terminación de los corderos, logrando un producto de similares características al alcanzado en el actual operativo comercial de "cordero pesado" que funciona en el país, pero en la mitad de tiempo que en promedio, requieren los animales del citado operativo (Azzarini *et al.*, 1996). Esta situación toma mayores dimensiones, si se considera que además de animales cruza, se trabajó con animales puros de la raza Corriedale, sugiriendo las posibilidades de producción de corderos de la raza lanera más importante del Uruguay en situaciones donde la alimentación que reciben los animales es satisfactoria.

Ha sido señalado una relación lineal curvilínea entre pH y textura de la carne (Purchas, 1990). A pH inferiores a 5.5, se darían las condiciones de acidez óptimas para la actividad de las enzimas proteolíticas lisosomales, determinando que la carne sea más tierna. Conforme aumenta el pH, y hasta valores cercanos a 6.2 existirían efectos sobre la contracción muscular determinando un acortamiento en la longitud de los sarcómeros y resultando la carne más dura (Purchas, 1990; Gregory, 1998), aunque también ha sido sugerido que valores de pH intermedios están asociados con mínima actividad proteolítica (Yu y Lee, 1986). Finalmente, pH altos, superiores a 6.2, favorecen la proteólisis provocada por las calpaínas que tienen actividad óptima a pH cercanos a la neutralidad (Purchas, 1990; Gregory, 1998).

En el presente trabajo se evaluó el efecto de los tratamientos sobre la probabilidad de registrar canales que presentaran pH entre 5.8 y 6.2. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ninguno de los tratamientos ($p \leq 0.05$). No obstante, se registró una tendencia para los diferentes tiempos de espera evaluados ($p = 0.06$), mostrando los corderos con 21 h de espera una probabilidad ligeramente más alta de presentar canales dentro del rango de pH señalado (10 vs 3 y 7%, para corderos con 21, 9 y 0 h de espera en frigorífico, respectivamente). Estos

resultados están en el mismo sentido que los registrados para la variable textura y podrían servir para explicar la disminución en terneza de la carne en los corderos con tiempos de espera más prolongados. Es probable que la utilización de glucosa como fuente energética tras 36 horas de ayuno (15 h en el establecimiento previo al traslado al frigorífico más 21 h de espera previo al sacrificio), más el traslado de los corderos al frigorífico, en particular el lote correspondiente al transporte largo, hayan disminuido las reservas de glucógeno, determinando una menor formación de ácido láctico post-mortem y en consecuencia una menor disminución del pH. Por otro lado, ha sido señalado como consecuencia de períodos de ayuno prolongado previo al sacrificio, catabolismo de proteína muscular, lo que resulta en carne más dura (Bramblett *et al.*, 1963).

CONCLUSIONES

Los resultados en los niveles de cortisol obtenidos en el presente experimento sugieren que ni el tiempo de transporte, ni la espera en frigorífico, suponen un compromiso serio para su bienestar animal, a menos que las condiciones de transporte no sean adecuadas. Asimismo y en situaciones de buena alimentación durante la fase de engorde y terminación de corderos, tampoco las características de calidad de canal y carne resultarán afectadas, salvo que el ayuno previo al sacrificio sea muy prolongado.

BIBLIOGRAFÍA

- ALBERTÍ, P. 2000. Medición del color. En: 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:159 – 166.
- AZZARINI, M.; OFICIALDEGUI, R. & CARDELLINO, R.C. 1996. Sistemas alternativos de Producción Ovina. Potenciación de la producción de carne en sistemas laneros. SUL. Producción Ovina 9: 7-20.
- BEKHIT, A.E.D.; GEESINK, J.D.; MORTON, R. & BICKERSTAFFE, R. 2001. Metmyoglobin reducing activity and colour stability of ovine longissimus dorsi. *Meat Science*. 57: 427 – 435.
- BELTRÁN, J. A. & RONCALÉS, P. 2000. Determinación de la textura. En: 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.; GARIBOTTO, G.; FEED, O.; FRANCO, J.; PECULIO, A. & MARÍA, G. 2003. Puntos críticos durante el proceso de transporte de ovinos y bovinos en Uruguay y su efecto sobre el bienestar animal y la calidad de canal y carne. SUL. Producción Ovina 16: 41-57.
- BICKERSTAFFE, R. 1996. Proteases and meat quality. The Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production 56: 153 –162.
- BRAY, A.R. 1988. Farm factors that influence the meat eating qualities of lamb meat. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production. 48: 7 – 12.
- BRAMBLETT, V. D.; JUDGE, M.D. & VAIL, G.E. 1963. Stress during growth. II. Effects on palatability and cooking characteristics of lamb meat. *Journal of Animal Sciences* 22: 1064-1067.
- EVANS, D.G.; SAINS, A.G.; CORLETT, I.K. & KILKENNY, J.B. 1987. A note on the effect of marketing route on weight loss in lambs sent for slaughter. *Animal Production* 45: 145 – 148.
- CIRIA, J. & ASENJO, B. 2000. Condiciones y Técnicas para controlar la calidad del producto: Factores a considerar en el presacrificio y postsacrificio. En: 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: 17 – 45.
- GARRIDO, M. D. & BAÑÓN, S. 2000. Medidas del pH. En: 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: 147- 155.
- GRANDIN, T. 1997. Assesment of stress during handling and transport. *Journal of Animal Science* 75: 249 – 257.
- GRANDIN, T. 2000. Livestock Handling and Transport. 2nd edn. Oxford, CABI Publishing. pp: 1-14.
- GREGORY, N. G. 1998. Animal Welfare and Meat Science. CABI Publishing. 286 p.
- HONKAVAARA, M. 2000. Evaluation of carcass bruising. Finnish Meat Research Institute.
- INIA, INAC, CSU. 2003. Auditoría de Calidad de Carne Ovina. “Un compromiso de mejora continua de la calidad de la carne ovina del Uruguay”. 28p.
- JEFFERIES, B.J. 1961. Body condition scoring and its use in management. *Tasmanian Journal of Agriculture* 32: 19-21.
- KNOWLES, T.G. 1998. A review of the road transport of slaughter sheep. *Veterinary Record* 143: 212 – 219.
- KNOWLES, T.G.; WARRIS, P.D.; BROWN, S.N. & EDWARDS, J.E. 1998. Effects of stocking density on lambs being transported by road. *Veterinary Record* 142: 503-509.
- MANTECA, X. 2003. El bienestar animal en el marco de la nueva PAC. In: 4º Seminario Anembe de producción de vacuno de carne. Ponencias y Comunicaciones. 17-18 de octubre de 2003. Jerez de la Frontera. Cádiz. España. pp: 64 –72.

- MARÍA, L.; VILLARROEL, M.; SAÑUDO, C.; SIERRA ALFRANCA, I.; GARCÍA BELENGUER, S.; CHACÓN, G. 2002. Efecto del tiempo de transporte y la estación del año sobre el bienestar animal y la calidad de la carne de bovinos tipo añojo. En: "Minimising stress inducing factors on cattle during handling and transport to improve animal welfare and meat quality" Informe Work Package 2. Mes 18. España (partner 7). Universidad de Zaragoza. Proyecto Europeo CATRA PL 1507. 194p.
- PLA, M. 2000. Medida de la capacidad de retención de agua. En: Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes. Ministerio de Ciencia y Tecnología-INIA. Madrid.España. pp: 175-179.
- PURCHAS, R.W.1990. An assessment of the role of pH differences in determining the relative tenderness of meat from bulls and steers. *Meat Science* 27:129-140.
- RUSSEL, A.J.F.; DONEY, J.M.; GUNN, R.G. 1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. *Journal Agriculture Science Cambridge* 72: 451-454.
- SAÑUDO, C.; CAMPO, M. MA. 1996. Calidad de la canal, de la carne y de la grasa. En: *Zootecnia. Bases de Producción Animal. Tomo VIII. Producción Ovina*. Carlos Buxade Coordinador y Director. pp:129 – 143.
- SAÑUDO, C.; SÁNCHEZ, A.; ALFONSO, A. 1998. Small ruminant production systems and factors affecting lamb meat quality. *Meat Science* 49: S29 – S64.
- SAÑUDO, C.; OLLETA, J.L.; CAMPO, M. M.; ALFONSO, M. y PANEA B. 2000. Propuesta de muestreo. En: *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.
- SAS. Institute Inc., SAS/STAT. User's Guide, versión 8.0. Carey, N.C. 1998.
- VAN LIER, E.; ANDERSSON, H.; PÉREZ CLARIGET, R., FORSBERG, M. 1998. Effects of administration of adrenocorticotrophic hormone (ACTH) on extragonadal progesterone levels in sheep. *Reproduction in Domestic Animals* 33: 55-59.
- WARRIS, P.D. 2000. Modern meat production and animal welfare. En: 49th ICoMST. 2nd Brazilian Congress of Meat Science and Technology. Conference. pp: 39 – 45.
- WARRIS, P.D.; EDWARDS, J.E.; BROWN, S.N.; KNOWLES, T. G. 2002. Survey of the stocking densities at which sheep are transported commercially in the United Kingdom. *Veterinary Record* 150: 233 – 236.