

Efectos del transporte prolongado por vía terrestre y cruce marítimo en transbordador sobre pérdidas de peso vivo y características de la canal en corderos[#]

Effects of long distance transport by road and sea crossing on ferry on live weight losses and carcass characteristics in lambs

LM Carter, CB Gallo*

Instituto de Ciencia Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

SUMMARY

The effect of local terrestrial transport for 12 h and prolonged terrestrial plus sea crossing on ferry transport for 46 h on weight loss and carcass quality characteristics was studied in Corriedale lambs from the same origin, destined to a regional or extraregional slaughterhouse, respectively. Four commercial journeys (2 local and 2 prolonged) transporting a total of 2,106 lambs were used. In each load, 25 randomly chosen lambs were individualized; live weight before and after transport, hot carcass weight and carcass bruising were registered, and samples of liver and muscle tissue were collected immediately after slaughter in order to determine the concentration of glycogen. In the cold carcasses, after 24 h refrigeration at 4 °C, pH was measured in the loin and the leg. Data obtained were submitted to statistical tests in order to determine significant differences between local and prolonged transport for all the variables, except bruises which were analysed only descriptively. In the lambs transported for 46 h the live weight losses were higher and the carcass weight and dressing percentage were lower than in lambs transported for 12 h ($P < 0.01$). No differences were found ($P > 0.05$) for liver and muscle glycogen concentration nor for pH, however, the high pH values observed in the carcasses and the low concentrations of glycogen found suggest that even local transport for 12 h produced high levels of stress and energy consumption.

Palabras clave: corderos, transporte, canales, calidad.

Key words: lambs, transport, carcass, quality.

INTRODUCCION

Dada la importancia de la actual y potencial exportación de productos cárneos desde Chile a mercados cada vez más exigentes, como el de la Unión Europea, y la importancia que éstos confieren tanto a la calidad de la carne como al bienestar animal dentro de la cadena productiva, debe ponerse especial énfasis en todos los factores que intervienen sobre éstos (Russell y col 2005). Hoy, no sólo debe considerarse que un producto de procedencia animal sea sano, natural y palatable, sino también que sea obtenido dentro de los márgenes que consideran la ética y el bienestar animal. Según Gallo (2004) el manejo previo al sacrificio, y en particular el transporte de animales, es importante desde cuatro puntos de vista: aspectos éticos, cantidad de carne producida, calidad de ésta y exigencias reglamentarias.

Las regiones de Aysén y Magallanes en el extremo austral de Chile concentran el 61,2% de la población ovina, equivalente a 2,3 millones de cabezas (INE 1997), siendo la producción de corderos uno de los principales rubros. Si bien en dichas regiones la mayor parte de los ovinos se faena próximo a los lugares de producción, dada la

limitada capacidad de plantas faenadoras de carnes acreditadas para exportación en Aysén, muchos productores optan por transportar sus corderos a plantas frigoríficas extrarregionales (SAG 2000); muchas de éstas se ubican a más de 1.000 km de distancia del predio de procedencia, incluyendo tramos de transporte terrestres y marítimos de hasta 55 h de duración (Aguayo y Gallo 2005).

El transporte y el reposo previo al sacrificio son eslabones fundamentales dentro de la cadena productiva que tienen consecuencias directas e irreparables sobre la calidad de la canal y su posterior procesamiento y comercialización (Warriss 1990). En Chile los efectos del transporte sobre el bienestar animal y la calidad de carne han sido estudiados sólo en bovinos (Gallo y col 2000, 2001, Tadich y col 2000); estudios en especies diferentes son incipientes. La falta de estudios en ovinos se asocia al vacío legal que existe en lo referido al transporte y manejo *ante mortem* en especies distintas al bovino, la única normada hasta el momento al amparo de la Ley 19.162 y sus reglamentos (MINAGRI 1993), y también al hecho de que la preocupación mostrada por los animales que son transportados es proporcional a su valor económico. Estudios en otros países (Knowles 1998) señalan además que en ovinos se producen en general menores alteraciones en la calidad de la carne como consecuencia de un transporte deficiente, comparado con los efectos en bovinos y porcinos.

Aceptado: 05.03.2008.

Proyecto FONDECYT 1050492.

* Casilla 567, Valdivia, Chile; cgallo@uach.cl

Entre las consecuencias del transporte en ovinos se puede mencionar la muerte de animales (Black y col 1994), debido al estrés adicional que estos manejos implican, en especial para casos de animales previamente comprometidos en su estado de salud (Knowles y col 1994).

La pérdida de peso vivo durante el transporte, que ocurre principalmente en las primeras 15 h, está dada básicamente por disminución de contenido intestinal y dependerá del tipo de alimentación y del tiempo de viaje (Knowles 1998). Según el mismo autor, la mejor medida para saber en qué grado los animales utilizan sus reservas está dada por el cambio en el peso de la canal; también la disminución de la concentración de glucógeno muscular constituye un indicador de un animal metabólicamente estresado.

El transporte puede afectar la presentación visual de la canal en términos de contusiones y, si éstas son severas, determinarán pérdidas económicas directas por reducción en peso de las canales, debido a recortes del tejido contuso y destino limitado de la carne (industrial); además la carne con contusiones es asociada a una pobre calidad ética, ya que éstas implican compromiso del bienestar de los animales por ser presumiblemente dolorosas y potencialmente estresantes (Warriss 1990).

El pH es una de las principales medidas utilizadas para monitorear calidad de la carne y puede ser afectado por el tipo y tiempo de transporte, así como la densidad de carga (De la Fuente y col 2006), la duración y condiciones del reposo (Petersen 1983, Jacob y col 2005^a) y el tipo de insensibilización (Velarde y col 2003). El manejo prefaena posee en general un efecto negativo sobre el pH final, asociado principalmente a la acción de agentes estresantes sobre la concentración del glucógeno muscular, lo que impide una maduración completa de la carne. Watanabe y col (1996) categorizan el pH en canales de corderos diferenciando éste en tres categorías: baja (< 5,8), intermedia (5,8-6,3) y alta (> 6,3). Si bien no existe un pH estandarizado formalmente que describa calidad de carne en corderos, Jacob y col (2005^a) señalan que carnes con pH entre 5,4 y 5,6 son las más deseables por sus propiedades organolépticas y que un pH alrededor de 6,8 resulta en serios defectos de calidad. El objetivo de este trabajo fue determinar las pérdidas de peso y algunas características de calidad de la canal tales como presencia de contusiones, concentración de glucógeno muscular y hepático *post mortem* y pH muscular en corderos de igual procedencia (Región de Aysén), unos faenados en la misma región tras un transporte terrestre local y otros faenados tras un transporte prolongado terrestre-marítimo, extrarregional.

MATERIAL Y METODOS

La investigación se realizó utilizando transportes comerciales de corderos facilitados por un mismo productor de la Región de Aysén. De un total de 2.106 animales que

fueron enviados a matadero en cuatro viajes comerciales, utilizando camiones con carro de similar estructura, de tres pisos cada uno (alrededor de 527 corderos en cada viaje) y con una disponibilidad de espacio aproximada de 0,22 m²/cordero durante el transporte, se utilizó una muestra al azar de 25 animales por viaje (total 100 corderos). Los corderos eran todos de raza Corriedale, alimentados en base a leche materna y pradera natural, tenían una edad aproximada de 70 días y un peso vivo de 29,4 ± 3,0 (prom ± DE) kg al embarque; habían sido criados de manera extensiva y mantenidos con sus madres hasta pocas horas antes de ser destetados e inmediatamente después cargados en los camiones para su envío al matadero. Previo a la carga los animales fueron identificados con arete plástico y pesados en balanza digital portátil, registrando el peso vivo antes del transporte (PVAT), para luego reintegrarlos al lote previo a su carga, logrando así una distribución homogénea de los animales en cada uno de los tres pisos del camión y carro. Entre el 16 y 26 de diciembre 2005 partieron del predio dos camiones con carro a una planta faenadora de carnes (PFC) de la misma región vía terrestre, transportando los corderos por una distancia aproximada de 400 km por caminos de ripio y asfalto con una duración promedio de 12 h (transporte local); en el mismo período otros dos camiones con carro se destinaron a una PFC extrarregional, siendo los corderos transportados vía terrestre por los mismos caminos de ripio y asfalto del transporte regional, luego vía marítima (alrededor de 23 h con el camión sobre un transbordador), y finalmente por caminos de pavimento recorriendo una distancia total aproximada de 1.100 km en un tiempo promedio de 46 h (transporte prolongado) (figura 1).

Después del transporte, los corderos fueron descargados en las respectivas PFC e inmediatamente pesados en balanza digital, para obtener el peso vivo posterior al transporte (PVPT). Por diferencia entre PVAT y PVPT se obtuvo la pérdida de peso vivo (PPV). Luego los corderos fueron mantenidos en corrales de espera por 2-4 h en el caso del transporte local y 6-12 h, en el caso del transporte prolongado, sólo con acceso a agua hasta la faena; la faena se realizó de la forma habitual comercial, insensibilizando con pistola de proyectil retenido impulsada por fulminante y cortando ambas venas yugulares y arterias carótidas. El peso de la canal caliente fue obtenido en la línea de faena previo al ingreso a la cámara frigorífica para su enfriamiento (4 °C). El rendimiento centesimal porcentual (RC) de la canal se obtuvo tomando como base el peso de la canal caliente (PCC) y el peso vivo antes del transporte (PVAT).

CONTUSIONES

Para determinar la presencia de contusiones, grado y extensión de éstas, se inspeccionaron durante la faena un mínimo de 50 canales por viaje, sin considerar las provenientes de los corderos individualizados, pues éstos fueron sometidos a manejos no habituales que podrían

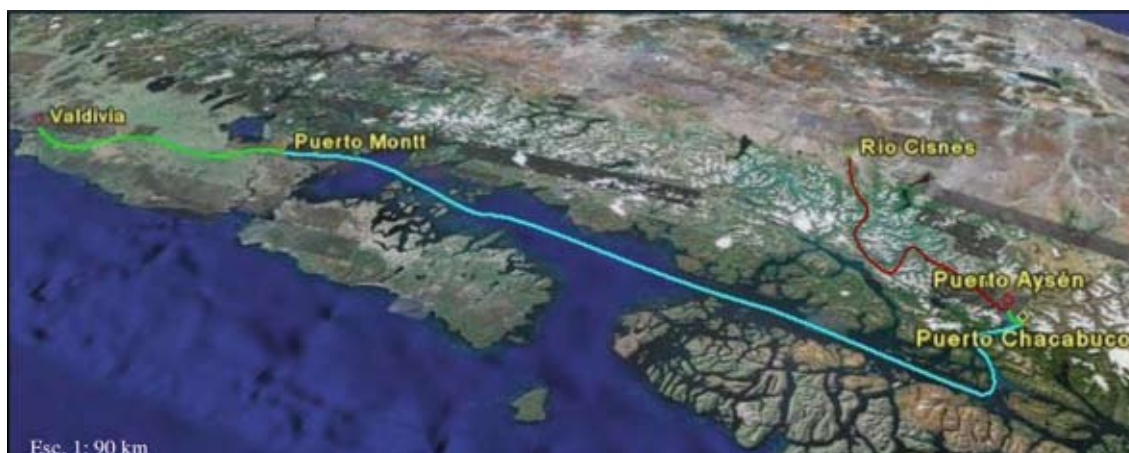


Figura 1. Ubicación geográfica de la estancia de procedencia, mataderos de destino y tramos recorridos bajo los dos esquemas de transporte utilizados en este experimento. Tramos: color rojo = transporte local terrestre; rojo, celeste y verde = transporte prolongado terrestre marítimo.

Geographical location of the farm of origin, slaughterhouses of destination and routes covered under the two transport schemes used in this experiment. Routes: red line = local terrestrial transport; red, light blue and green lines = prolonged terrestrial plus sea transport.

haber determinado la aparición de lesiones (captura, toma de muestras, pesaje individual, etc.). En canales con más de una lesión, la de mayor profundidad y/o tamaño fue utilizada para el registro de canal contusa.

Grado de la contusión. Se utilizó la NCh 1306 de 2002 (INN 2002) para graduación de las contusiones. Ésta clasifica las contusiones en tres niveles dependientes de la profundidad de la lesión:

- Grado 1: afectan el tejido subcutáneo alcanzando hasta las aponeurosis musculares superficiales externas, provocando allí lesiones poco apreciables.
- Grado 2: han alcanzado el tejido muscular, lesionándolo en mayor o menor profundidad y extensión. Se observa que la región de la contusión aparece hemorrágica.
- Grado 3: comprometen al tejido óseo; el tejido muscular generalmente aparece friable con gran exudación serosa y normalmente con fractura de los huesos de la zona afectada.

Extensión de la contusión. Se consideraron tres niveles según el diámetro aproximado del área afectada: Extensión 1 (< 5 cm), Extensión 2 (6 a 10 cm) y Extensión 3 (> 10 cm).

GLUCOGENO HEPATICO Y MUSCULAR

Posterior a la evisceración, dentro de 30 minutos *post mortem*, se obtuvieron muestras de 5 g aproximadamente de tejido hepático (siempre de la misma zona del borde) y de tejido muscular (*M. semispinalis capitis*), las que fueron colocadas en tubos plásticos, congeladas e inmediatamente almacenadas en nitrógeno líquido. Para la determinación de las concentraciones de glucógeno se

extrajo aproximadamente 1 g de tejido (muscular o hepático) que fue homogeneizado con 10 ml de HCl al 1N y posteriormente hidrolizado durante dos horas a 100 °C. En forma paralela, una muestra de aproximadamente 1 g del tejido se homogeneizó en amortiguador Tris 20 mM, pH 7,5. Luego de centrifugar (3.500 G, 15 min) y descartar sedimento, alícuotas apropiadas de cada muestra (por ej. 5, 10, 25 µl) se analizaron mediante espectrofotometría (505 nm) para determinación de glucosa libre usando glucosa oxidasa. En cada oportunidad se hizo una curva de calibración usando un estándar de glucosa 1 mg/ml con al menos 5 puntos. Los valores se expresaron como µmol de glucosa por gramo de tejido (peso húmedo) y el valor final corresponde al promedio de al menos dos determinaciones, con no más del 10% de diferencia entre sí –en caso contrario el proceso se reinicia–. Este método, al determinar el contenido final de glucógeno por diferencia entre la glucosa total obtenida con Tris 20 mM –extracelular– y la glucosa total obtenida con HCl al 1N –intra y extracelular–, tiene la particularidad de arrojar valores negativos, los que fueron asumidos como “0”, la cantidad “mínima” de glucógeno que podría encontrarse en el tejido analizado.

pH MUSCULAR

El pH se midió con un peachímetro de inserción directa (Ebro®, PHX 1400), en la canal fría (0-4 °C) en duplicado en la profundidad del músculo *Longissimus thoracis* (lomo) a la altura de la 13ª costilla y entre los músculos *Semitendinosus* y *Biceps femoris* (pierna) 24 h *post mortem* (pH_u). El peachímetro fue calibrado previo a su uso con soluciones control (tampones pH 4 y 7, a 4 °C) y recalibrado cada 8-10 mediciones.

ANALISIS ESTADISTICO

Los datos registrados fueron analizados mediante estadística descriptiva (promedio \pm DE). Se verificó normalidad de la distribución de los datos de cada variable por la prueba de Shapiro-Wilk y homocedasticidad entre tratamientos mediante la prueba de Bartlett's. Posteriormente las variables paramétricas y homocedásticas fueron sometidas a ANOVA, y los datos no paramétricos o heterocedásticos a ANOVA no paramétrico de Kruskal-Wallis, utilizando el programa estadístico Statistix 8.0 (NH Analytical Software, Roseville, MN, USA). Las contusiones sólo fueron analizadas de manera descriptiva.

RESULTADOS

PERDIDA DE PESO VIVO, PESO Y RENDIMIENTO CENTESIMAL DE LA CANAL

El cuadro 1 muestra que los corderos con transporte prolongado disminuyeron en promedio 2,5 kg de peso vivo más que los corderos con transporte local ($P < 0,01$). Por otra parte, se encontró una disminución de 1,1 kg de peso de la canal caliente con las 34 h adicionales de viaje ($P < 0,01$). En consecuencia con lo anterior, el rendimiento centesimal de la canal de los corderos faenados localmente fue superior en 3,3 puntos porcentuales comparado con el rendimiento centesimal de las canales obtenidas de los corderos sometidos a transporte prolongado previo a la faena ($P < 0,01$).

Cuadro 1. Efectos de un transporte terrestre local (12 h) y terrestre-marítimo prolongado (46 h) sobre el peso vivo, peso de canal caliente y rendimiento centesimal en base al peso vivo antes del transporte (promedio \pm DE) en corderos.

Effects of a local terrestrial transport (12 h) and prolonged terrestrial plus sea transport (46 h) on live weight, carcass weight and carcass dressing percentage based on live weight before transport (mean \pm SD) in lambs.

	Esquema de transporte	
	Local (12 h)	Prolongado (46 h)
Peso Vivo Antes Transporte (kg)	29,5 \pm 3,4 ^a	29,3 \pm 2,5 ^a
Peso Vivo Post Transporte (kg)	28,1 \pm 3,1 ^a	25,3 \pm 2,1 ^b
Pérdida de Peso Vivo (kg)	1,4 \pm 0,6 ^b	3,9 \pm 1,0 ^a
Pérdida de Peso Vivo (%)	4,8 \pm 1,6 ^b	13,4 \pm 3,0 ^a
Peso Canal Caliente (kg)	14,9 \pm 2,0 ^a	13,7 \pm 1,4 ^b
Rendimiento Centesimal (%)	50,2 \pm 1,9 ^a	46,9 \pm 2,4 ^b

^{a,b} Valores con distinta letra en la misma línea indican diferencia estadísticamente significativa entre esquemas de transporte ($P < 0,01$).

CONTUSIONES, GRADO Y EXTENSION

En el transporte local se registró un 25% de canales contusas, sólo con lesiones de grado y extensión 1, en tanto en el transporte prolongado se registró un 33% de canales con contusiones; el 97% de éstas tenía lesiones grado 1 y el 3% presentó lesiones grado 2, observándose además contusiones de extensión mayor a 6 (38%) y 10 (10%) cm de diámetro (cuadro 2).

CONCENTRACIONES DE GLUCOGENO HEPATICO Y MUSCULAR

En el cuadro 3 se aprecia ausencia de diferencia en el contenido de glucógeno hepático y muscular atribuible al tratamiento, sea éste transporte local o prolongado ($P > 0,05$).

pH MUSCULAR

Según el cuadro 4, el pH promedio encontrado en las canales luego de 24 h *post mortem* no arrojó diferencias significativas dependientes del esquema de transporte utilizado ($P > 0,05$).

Cuadro 2. Porcentaje de canales con contusiones, profundidad (grado) y extensión de las lesiones en corderos con transporte terrestre local (12 h) y terrestre-marítimo prolongado (46 h) (promedio \pm DE).

Percentage of bruised carcasses, depth (grade) and extension of the lesions in lambs after local terrestrial transport (12 h) and prolonged terrestrial plus sea transport (46 h) (mean \pm SD).

		Esquema de transporte	
		Local (12 h)	Prolongado (46 h)
Canales con contusión (%)	1	25	33
	2	0	0
	3	0	0
Grado contusión	1	100	97
	2	0	3
	3	0	0
Extensión contusión	1	100	52
	2	0	38
	3	0	10

Grado 1: afectan sólo el tejido subcutáneo.

Grado 2: han alcanzado el tejido muscular.

Grado 3: comprometen al tejido óseo.

Extensión 1: < 5 cm diámetro.

Extensión 2: 6-10 cm diámetro.

Extensión 3: >10 cm diámetro.

Cuadro 3. Concentraciones de glucógeno hepático y muscular encontradas en corderos con transporte terrestre local (12 h) y terrestre-marítimo prolongado (46 h) (promedio \pm DE).

Glycogen concentrations in liver and muscle of lambs after local terrestrial transport (12 h) and prolonged terrestrial plus sea transport (46 h) (mean \pm SD).

	Esquema de transporte	
	Local (12 h)	Prolongado (46 h)
Glucógeno Hepático ($\mu\text{mol/g}$)	6,9 \pm 12,1	5,2 \pm 9,0
Glucógeno Muscular ($\mu\text{mol/g}$)	6,8 \pm 5,5	5,1 \pm 4,4

Cuadro 4. Promedios de pH encontrados en las canales de corderos con transporte terrestre local (12 h) y terrestre-marítimo prolongado (46 h) (promedio \pm DE).

Mean pH values found in lamb carcasses after local terrestrial transport (12 h) and prolonged terrestrial plus sea transport (46 h) (mean \pm SD).

	Esquema de transporte	
	Local (12 h)	Prolongado (46 h)
pH lomo	5,76 \pm 0,20	5,75 \pm 0,17
pH pierna	6,04 \pm 0,23	6,17 \pm 0,33
pH promedio	5,90 \pm 0,19	5,96 \pm 0,23

DISCUSION

Las jornadas de transporte analizadas en este trabajo para corderos son mucho mayores que las de estudios europeos (Warriss y col 1990, Escos y col 2006) y muestran que el tiempo de transporte afectó ciertos parámetros cuantitativos y de calidad de la canal.

PERDIDA DE PESO VIVO, PESO Y RENDIMIENTO CENTESIMAL DE LA CANAL

La pérdida de peso vivo encontrada tras el transporte local de 12 h (cuadro 1) es similar a la registrada por Knowles y col (1996) para corderos transportados por 15 h, los que disminuyeron en 6,4% su peso vivo, y por Thompson y col (1987) quienes registraron valores de 7-8% de pérdida de peso vivo para corderos de 30 kg de peso transportados por 24 h. También Knowles y col (1993) encontraron una disminución de peso vivo de 6,7% por concepto de transporte de 24 h comparado con un 1,5% de disminución de peso al sólo someter a los animales a confinamiento por el mismo período, sin agua y alimento. La pérdida de peso vivo encontrada en el transporte prolongado superó en más del doble a la pérdida de peso encontrada en los corderos con transporte de 12 h (cuadro 1), acercándose al límite superior del rango de 8 a 14% de disminución de peso vivo registrado en Australia para animales del

mismo peso y que viajan durante 1 o 2 días (Thompson y col 1987). Las pérdidas de peso vivo encontradas son atribuibles tanto al estrés del transporte como a la supresión de alimento y agua (Warriss 1990, Knowles y col 1993). El hecho de que la pérdida de peso encontrada no haya sido lineal se debe a que la disminución del peso vivo, que ocurre principalmente al inicio del período de espera o en las 24 primeras horas sin alimento y agua, está en función del llenado intestinal y su vaciado, que es exponencial y, por lo general, más rápido en las 12 h iniciales del ayuno (Thompson y col 1987, Warriss 1990). Por el hecho de haber trabajado con corderos lactantes, destetados al momento del transporte, se espera una más rápida pérdida de peso que con animales adultos ya que el alimento es más fácilmente digestible (Warriss 1990). Debe señalarse que tras el transporte prolongado terrestre marítimo, murieron tres animales. La muerte de animales es la muestra más evidente de un pobre bienestar y determinó pérdidas adicionales de peso vivo (88,2 kg) para el total de kg de cordero vivo enviados a faena extrarregional (32.457,6 kg).

La diferencia de peso de canal y rendimiento centesimal entre ambos grupos (cuadro 1) indicaría que en los corderos con transporte prolongado no sólo se perdió peso por concepto de vaciado intestinal, sino que además por movilización de reservas corporales (tejidos) para obtención de energía y/o por deshidratación. Según Brito y col (2006) estos mismos corderos presentaron valores de hematocrito (VGA) de 38% (transporte 12 h) y 43% (transporte 46 h) a su llegada al matadero, valores que indicarían un importante grado de deshidratación, y que explicarían parte de la pérdida. Respecto a la movilización de reservas desde otros tejidos para la obtención de energía en animales jóvenes, Sañudo y col (1998) señalan que ésta ocurre principalmente desde músculo más que desde grasa y también podría haber ocurrido en este caso. En general, lo encontrado concuerda con lo señalado por Thompson y col (1987), quienes registraron pérdidas de peso de canal de 0,2-3,8% en corderos transportados durante un día y pérdidas de peso de canal de 2,4-8,0% para aquellos transportados por dos días.

Las pérdidas de peso vivo y de la canal se podrían contrarrestar con acceso a agua de bebida para los animales en estos transportes tan prolongados. Según Warriss (1990) durante el movimiento del vehículo los corderos no toman agua, sino sólo en períodos de descanso que superan las 24 h. En el caso de este mismo tramo Navarro y col (2007) demostraron que tanto durante el viaje marítimo como en momentos en que el camión estaba detenido los corderos consumen agua al tenerla a disposición.

CONTUSIONES Y SU RELACION CON EL TIEMPO DE TRANSPORTE

El transporte prolongado incrementó el porcentaje de canales con contusiones, la extensión y gravedad de éstas

comparado con el transporte local, afectando de manera negativa las características de la canal. El 33% de canales contusas encontradas en el transporte de 46 h y el 25% en el de 12 h, son valores similares a los señalados por Jarvis y Cockram (1995), quienes en Inglaterra encontraron un 26% de contusiones en ovinos enviados directamente de granja a matadero y un 31% en corderos que pasaron por feria previo a la faena. Sin embargo, son superiores al 7,5% registrado por Tarumán y Gallo (2006) en corderos transportados hasta por 400 km en la Región de Magallanes. De acuerdo al presente estudio el tiempo (y/o distancia) de transporte tuvo una influencia directa sobre el número de canales contusas.

El aumento en la cantidad de canales contusas en el transporte prolongado podría deberse a la fatiga que comienzan a sentir los animales, la que determina una habilidad disminuida para responder a los movimientos del vehículo, haciéndolos más susceptibles a pérdidas de equilibrio y lesiones por caídas y golpes, o bien podría ser consecuencia del estrés que implica este transporte (Ruiz de la Torre y col 2001). Esto está de acuerdo con que en el transporte prolongado también se incrementó la gravedad de las lesiones, encontrándose un 3% de canales de corderos transportados por 46 h con contusiones grado 2 y lesiones que superan los 5 cm de diámetro (52% < 5 cm; 38% 6-10 cm y 10% > 10 cm); en las canales de corderos transportados por 12 h, sólo se presentaron contusiones grado 1 y de extensión no mayor a 5 cm de diámetro (cuadro 2). Esto es importante desde el punto de vista de que las canales con contusión de mayor gravedad deben sufrir recortes, lo que está asociado a un menor precio final de la canal, que pesa menos y, por otro lado, está imposibilitada de ser exportada. Los resultados en corderos corroboran los encontrados por Manríquez (2006) en bovinos transportados por el mismo tramo, en donde las contusiones aumentaron en número y gravedad con el transporte prolongado.

CONCENTRACIONES DE GLUCOGENO HEPATICO Y MUSCULAR Y SU RELACION CON pH

Los bajos valores encontrados en este trabajo para las concentraciones de glucógeno muscular y altos valores de pH indicarían que aún bajo el esquema de transporte local de 12 h los corderos fueron sometidos a un alto nivel de estrés; esto concuerda con los cambios en variables sanguíneas indicadoras de estrés observados en los mismos corderos (Brito y col 2006, Tapia y col 2007) y se atribuye tanto al arreo por varios km en el predio hacia los corrales como al posterior destete de los animales y al consumo de energía para mantención del equilibrio y/o postura durante el transporte y espera en corrales. Los valores de pH promedio registrados en los corderos (cuadro 4) son en general más altos que el valor 5,8 de referencia (Watanabe y col 1996) y están de acuerdo con el bajo contenido de glucógeno muscular encontrado. El pH

promedio encontrado es similar al valor de 5,92 registrado por Bond y col (2004) para corderos sometidos a estrés por ejercicio. El pH promedio registrado en la pierna en los corderos con transporte prolongado es incluso superior al rango señalado por Bond y col (2004) para canales con corte oscuro, superando el valor de 6,13 registrado para el primer caso de carne DFD en corderos (De la Fuente y col 2006).

Si bien no se encontró una diferencia para el contenido de glucógeno muscular y hepático ($P > 0,05$) entre ambos esquemas de transporte, se observó una tendencia a una menor concentración de glucógeno en los corderos transportados por más tiempo (cuadro 3); eventualmente no se pudo demostrar una diferencia producto de la elevada varianza observada para ambas variables en los grupos muestreados.

Las concentraciones de glucógeno hepático encontradas en los corderos son similares a las mismas registradas en músculo, a diferencia de lo encontrado en bovinos, en los cuales la concentración de glucógeno hepático es superior a la del músculo (Manríquez 2006). Carter y Gallo (2007) utilizaron corderos de similares condiciones de crianza, edad y raza, pero destetados un mes antes y luego faenados con distintos tiempos de ayuno, sin transporte previo, y registraron una concentración de glucógeno hepático inicial o base de 131,1 $\mu\text{mol/g}$ (sin ayuno) y de 118,0 $\mu\text{mol/g}$ y 7,9 $\mu\text{mol/g}$ en corderos ayunados por 20 y 44 h, respectivamente, valores superiores a los encontrados en el presente trabajo para ambos esquemas de transporte. La concentración señalada para corderos ayunados por 44 h sin transporte se acerca más a la registrada en los corderos bajo el esquema de transporte local (12 h) que a la encontrada en corderos con transporte prolongado. Estos resultados corroboran los de Immonen y col (2000) en el sentido de que el transporte es un factor importante en la depleción del glucógeno, ya que animales sólo sometidos a ayuno por el mismo tiempo no gastaron tan rápidamente las reservas de glucógeno.

Jacob y col (2005^b) registraron para corderos lactantes en músculos *Semimembranosus* y *Semitendinosus* concentraciones de glucógeno de $56,6 \pm 0,6 \mu\text{mol/g}$ y $32,8 \pm 0,6 \mu\text{mol/g}$, respectivamente. Lowe y col (2002) señalan para corderos criados en pasturas un promedio de glucógeno muscular de $42,5 \pm 0,8 \mu\text{mol/g}$, con un valor mínimo de 25,4 $\mu\text{mol/g}$. Carter y Gallo (2007) registraron un valor inicial de 18,1 $\mu\text{mol/g}$ (tiempo 0) y contenidos de 22,1 y de 15,8 $\mu\text{mol/g}$ en el *M. semispinalis capitis* en corderos sometidos a 20 y 44 h de ayuno y sin transporte previo, respectivamente. Bond y col (2004) en corderos sometidos a ejercicio por 24 h encontraron 11,1 $\mu\text{mol/g}$ de glucógeno. Estos valores distan mucho de lo encontrado en el presente trabajo, en que el promedio de glucógeno fue de sólo 6,8 y 5,1 $\mu\text{mol/g}$ a nivel del *M. semispinalis capitis*, en el transporte local y prolongado respectivamente; de hecho, en corderos con transporte local 25 muestras de hígado no presentaron contenido de glucógeno y en aquellos

con transporte prolongado 29 muestras de hígado y 7 de músculo no presentaron contenido de glucógeno registrable al momento de la faena, es decir, se habría consumido todo el glucógeno disponible.

Los resultados de pH y glucógeno en general apoyan lo señalado por Young y col (2005), en el sentido de que el transporte de ovinos hacia el matadero tanto por la restricción de alimento como por estrés provoca una depleción de glucógeno. Sin embargo, en este caso es posible además que las reservas iniciales de glucógeno muscular hayan sido bajas para contrarrestar el efecto del transporte, debido a que los corderos antes de ser cargados habían sido arreados desde potreros distantes, por varias horas y además destetados previo a la carga, lo que significó un estrés adicional. En concordancia con Watanabe y col (1996) tanto el ejercicio previo al transporte como el estrés del destete y el ayuno prolongado del propio transporte podrían haber contribuido al gasto de las reservas de glucógeno. Para determinar los efectos de cada factor por separado sería interesante considerar en el futuro la obtención de biopsias musculares para medir el contenido de glucógeno en el animal vivo antes de iniciar el arreo y/o transporte.

De acuerdo a lo encontrado en este estudio y previamente en el caso de los bovinos, tanto la prolongación del tiempo de transporte como de los tiempos de espera sin alimento en matadero contribuyen a pérdidas de peso de canal y afectan negativamente la calidad del producto (Gallo y col 2003, Amtmann y col 2006), en tanto tampoco tienen un efecto benéfico en el bienestar de los animales medido a través de variables sanguíneas indicadoras de estrés (Tadich y col 2005, Brito y col 2006). Por ello, tanto del punto de vista de bienestar animal como de calidad de producto lo ideal sería lograr que un mayor porcentaje de animales se faenara cerca de los lugares de producción. Sin embargo, si estos transportes prolongados persisten, se pueden buscar otras opciones para reducir la duración y/o mejorar las condiciones de los viajes. La duración del viaje se puede reducir mejorando la organización de los mismos en especial en el cruce marítimo, evitando paradas innecesarias en los tramos terrestres, así como también reduciendo los tiempos de espera en las plantas faenadoras. Una opción para recuperar glucógeno muscular sería permitir el descanso con alimento antes de cargar los corderos en el predio, ya sea aún con las madres o destetados, pero en potreros cerca del lugar de carga; otra, desde el punto de vista de manejo y económico algo menos viable, sería dividir el viaje en dos etapas más cortas, permitiendo a los animales descansar, tomar agua y alimentarse, antes de proseguir la jornada; una tercera opción sería permitir a los animales acceso a agua y alimento durante el viaje, lo que agrega costos adicionales al transporte, ya que debe proveerse más espacio para los animales, además de las facilidades de bebederos y comida. Para mejorar el bienestar de los animales durante el transporte, así como contrarrestar las pérdidas de peso, las contusiones y la disminución en la

calidad final de la carne, producto del pH elevado que impide acceder a mejores mercados, existirían entonces varias alternativas que habrá que estudiar considerando costos y beneficios.

RESUMEN

Se comparó el efecto de un transporte local terrestre de 12 h y de uno prolongado terrestre marítimo de 46 h sobre las pérdidas de peso y características de calidad de la canal en corderos Corriedale de una misma procedencia, destinados a un matadero regional o extrarregional, respectivamente. Se utilizaron cuatro viajes comerciales (2 locales y 2 prolongados) en que se transportó un total de 2.106 corderos. En cada viaje se individualizaron 25 corderos al azar en los cuales se registró el peso vivo antes y después del transporte, el peso de canal caliente y la presencia de contusiones, y se recolectaron muestras de hígado y músculo para determinar las concentraciones de glucógeno respectivas. Se midió el pH en lomo y pierna en las canales refrigeradas a 4 °C por 24 h. Los datos fueron analizados de manera descriptiva y luego sometidos a un análisis de varianza, excepto registro de contusiones que fue sólo descriptivo. Con 46 h de transporte se registró una mayor pérdida de peso vivo y canales de menor peso y rendimiento centesimal comparado con 12 h ($P < 0,01$). No se encontró diferencia ($P > 0,05$) para las concentraciones de glucógeno hepático, glucógeno muscular y pH; sin embargo, tanto los altos promedios de pH como las bajas concentraciones de glucógeno encontradas indicarían que incluso el transporte local de 12 h produjo un alto nivel de estrés y desgaste energético.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al personal de la Estancia Río Cisnes y de las plantas faenadoras FRIVAL S.A. (Valdivia) y Río Pangal (Pto. Aysén) por las facilidades otorgadas para realizar este estudio.

REFERENCIAS

- Aguayo L, C Gallo. 2005. Tiempos de viaje y densidades de carga usadas para bovinos transportados vía marítima y terrestre desde la Región de Aysén a la zona centro-sur de Chile. *Resúmenes XII Congreso Latinoamericano de Buiatría y VII Jornadas Chilenas de Buiatría*, Valdivia, Chile, Pp 346-347.
- Amtmann VA, C Gallo, G van Schaik, N Tadich. 2006. Relaciones entre el manejo antemortem, variables sanguíneas indicadoras de estrés y pH de la canal en novillos. *Arch Med Vet* 38, 259-264.
- Black H, LR Matthews, KJ Bremner. 1994. The behaviour of male lambs transported by sea from New Zealand to Saudi Arabia. *New Zeal Vet J* 42, 16-23.
- Bond JJ, LA Can, RD Warner. 2004. The effect of exercise stress, adrenaline injection and electrical stimulation on changes in quality attributes and proteins in *Semimembranosus* muscle of lamb. *Meat Sci* 68, 469-477.
- Brito ML, C Gallo, P Manríquez, P Raty, N Tadich. 2006. Efecto del destete y de un transporte marítimo-terrestre sobre las concentraciones sanguíneas de algunas variables indicadoras de estrés en corderos. *Resúmenes del XXXI Congreso de la Sociedad Chilena de Producción Animal*, Chillán, Chile, Pp 163-164.
- Carter L, C Gallo. 2007. Efecto del tiempo de ayuno sobre las concentraciones de glucógeno hepático y muscular en corderos. *Resúmenes del XXXII Congreso de la Sociedad Chilena de Producción Animal*, Frutillar, Chile, Pp 141-142.
- De la Fuente J, C Pérez, C Vieira, M Sánchez, E González de Cháverri, M García, I Álvarez, M Díaz. 2006. The effect of transport on pH evolution of different muscles in suckling lambs. *Proceedings 52nd International Congress of Meat Science and Technology (ICoMST)*, Dublin, Ireland, Pp 177-178.

- Escos J, GA María, J López, S Alierta, S García-Belenguer, G Liste. 2006. Critical points in the transport of lambs to slaughter in Spain that may compromise the animal's welfare. *Proceedings 52nd International Congress of Meat Science and Technology (ICoMST)*, Dublin, Ireland, Pp 529-530.
- Gallo C, S Pérez, C Sanhueza, J Gasic. 2000. Effects of transport time of steers before slaughter on behaviour, weight loss and some carcass characteristics. *Arch Med Vet* 32, 157-170.
- Gallo C, MA Espinoza, J Gasic. 2001. Efectos del transporte por camión durante 36 h con y sin período de descanso sobre el peso vivo y algunos aspectos de calidad de carne en bovinos. *Arch Med Vet* 33, 43-53.
- Gallo C, G Lizondo, TG Knowles. 2003. Effects of journey and lairage time on steers transported to slaughter in Chile. *Vet Rec* 152, 361-364.
- Gallo C. 2004. Transporte de ganado: situación nacional y recomendaciones internacionales. En: González G, Stuardo L, Benavides D, Villalobos P (eds). *Actas del Seminario La Institucionalización del Bienestar Animal, un Requisito para su Desarrollo Normativo, Científico y Productivo*, Santiago, Chile, Pp 83-99.
- Immonen K, M Ruusunen, K Hissa, E Puolanne. 2000. Bovine muscle glycogen concentration in relation to finishing diet, slaughter and ultimate pH. *Meat Sci* 55, 25-31.
- INE, Instituto Nacional de Estadísticas, Chile. 1997. IV Censo Nacional Agropecuario 1997.
- INN, Instituto Nacional de Normalización, Chile. 2002. Norma Chilena de Tipificación de Canales Bovinas. NCh 1306. Of. 2002.
- Jacob RH, DW Pethick, HM Chapman. 2005^a. Muscle glycogen concentrations in commercial consignments of Australian lamb measured on farm and post-slaughter after three different lairage periods. *Aust J Exp Agric* 45, 543-552.
- Jacob RH, PJ Walker, JW Skerritt, RH Davidson, DL Hopkins, JM Thompson, DW Pethick. 2005^b. The effect of lairage time on consumer sensory scores of the *M. longissimus thoracis et lumborum* from lambs and lactating ewes. *Aust J Exp Agric* 45, 535-542.
- Jarvis AM, MS Cockram. 1995. Handling of sheep at markets and the incidence of bruising. *Vet Rec* 136, 582-585.
- Knowles TG, PD Warriss, SN Brown, SC Kestin, SM Rhind, JE Edwards, MH Anil, SK Dolan. 1993. Long distance transport of lambs and the time needed for subsequent recovery. *Vet Rec* 133, 286-293.
- Knowles TG, DH Maunder, PD Warriss, TW Jones. 1994. Factors affecting the mortality of lambs in transit to or in lairage at a slaughterhouse, and reasons for carcass condemnations. *Vet Rec* 135, 109-111.
- Knowles TG, PD Warriss, SN Brown, SC Kestin, JE Edwards, AM Perry, PE Watkins, AJ Phillips. 1996. Effects of feeding, watering and resting intervals on lambs transported by road and ferry to France. *Vet Rec* 139, 335-339.
- Knowles TG. 1998. A review of the road transport of slaughter sheep. *Vet Rec* 143, 212-219.
- Manríquez PJ. 2006. Efectos del transporte de novillo desde la XI Región a la X Región sobre el rendimiento de la canal, las contusiones, el glucógeno muscular y hepático, el pH y el color de la carne. *Memoria de título*, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- MINAGRI, Ministerio de Agricultura, Chile. 1993. Reglamento de transporte de ganado bovino y de carnes. Modificado por el Decreto Supremo N° 484, publicado en el Diario Oficial de la República el 5 de abril de 1997. Modificado por el Decreto Supremo N° 5, publicado en el Diario Oficial de la República el 23 de abril de 2005.
- Navarro G, C Gallo, A Strappini. 2007. Efectos de la provisión de agua y disponibilidad de espacio sobre el comportamiento y variables sanguíneas durante el transporte prolongado de corderos. *Resúmenes del XXXII Congreso de la Sociedad Chilena de Producción Animal*, Frutillar, Chile, Pp 163-164.
- Petersen GV. 1983. The effect of swimming lambs and subsequent resting periods on the ultimate pH of meat. *Meat Sci* 9, 237-246.
- Ruiz de la Torre JL, A Velarde, A Diestre, M Gispert, SJ Hall, DM Broom, X Manteca. 2001. Effects of vehicle movements during transport on the stress responses and meat quality of sheep. *Vet Rec* 148, 227-229.
- Russell BC, G McAlister, IS Ross, DW Pethick. 2005. Lamb and sheep meat eating quality - industry and scientific issues and the need for integrated research. *Aust J Exp Agric* 45, 465-467.
- SAG, Servicio Agrícola y Ganadero, Chile. 2000. Gestión Estratégica, XI Región de Aysén. Cabotaje salida de animales en pie de la XI Región y productos agropecuarios año 2000.
- Sañudo C, A Sánchez, M Alfonso. 1998. Small ruminant production systems and factors affecting lamb meat quality. *Meat Sci* 49, S29-S64.
- Tadich N, C Gallo, M Alvarado. 2000. Effects on cattle of transportation by road up to 36 hours with and without a rest on some blood variables indicator of stress. *Arch Med Vet* 32, 171-183.
- Tadich N, C Gallo, H Bustamante, M Schwerter, G van Schaik. 2005. Effects of transport and lairage time on some blood constituents of Friesian-cross steers in Chile. *Livest Prod Sci* 93, 223-233.
- Tapia K, C Gallo, P Manríquez, P Raty, N Tadich. 2007. Efecto del destete y de un transporte terrestre de 12 horas sobre algunos constituyentes sanguíneos indicadores de estrés en corderos. *Resúmenes del XXXII Congreso de la Sociedad Chilena de Producción Animal*, Frutillar, Chile, Pp 195-196.
- Tarumán JA, C Gallo. 2006. Contusiones en canales ovinas y su relación con el transporte. *XX Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias y XIV Congreso Chileno de Medicina Veterinaria*, Santiago, Chile (en CD Rom).
- Thompson JM, WJ O'Halloran, DMJ McNeill, NJ Jackson-Hope, TJ May. 1987. The effect of fasting on liveweight and carcass characteristics in lambs. *Meat Sci* 20, 293-309.
- Velarde A, M Gispert, A Diestre, X Manteca. 2003. Effect of electrical stunning on meat and carcass quality in lambs. *Meat Sci* 63, 35-38.
- Warriss PD. 1990. The handling of cattle preslaughter and its effects on carcass and meat quality. *Appl Anim Behav Sci* 28, 171-186.
- Warriss PD, EA Bevis, CS Young. 1990. Transport and lairage times of lambs slaughtered commercially in the south of England. *Vet Rec* 127, 5-8.
- Watanabe A, CC Daly, CE Devine. 1996. The effects of the ultimate pH of meat on tenderness changes during ageing. *Meat Sci* 42, 67-78.
- Young OA, DL Hopkins, DW Pethick. 2005. Critical control points for meat quality in the Australian sheep meat supply chain. *Aust J Exp Agric* 45, 593-601.