

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS
INSTITUTO DE CIENCIA ANIMAL Y TECNOLOGÍA DE CARNES

**EFFECTOS DEL TRANSPORTE PROLONGADO TERRESTRE MARÍTIMO
SOBRE PÉRDIDAS DE PESO VIVO Y CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL
EN CORDEROS**

Memoria de Título presentada como parte
de los requisitos para optar al TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO.

LUIS MIGUEL CARTER LEAL

VALDIVIA – CHILE

2007

PROFESOR PATROCINANTE

Dra. Carmen Gallo St.

Nombre

Firma

PROFESORES CALIFICADORES

Sr. Bruno Twele W.

Nombre

Firma

Dr. Fernando Wittwer M.

Nombre

Firma

FECHA DE APROBACIÓN:

14 de Marzo de 2007

*A mis padres,
ejemplo constante de superación,
y a la mujer que, con sólo mirarme,
me hace el hombre más feliz del mundo...*

ÍNDICE

Capítulo	Página
1. RESUMEN	1
2. SUMMARY	2
3. INTRODUCCIÓN	3
4. MATERIAL Y MÉTODOS	11
5. RESULTADOS	16
6. DISCUSIÓN	19
7. BIBLIOGRAFÍA	25
8. ANEXOS	32
9. AGRADECIMIENTOS	37

1. RESUMEN

Los principales mercados exportadores de productos cárneos consideran que, además del origen sano y natural de los productos, éstos sean obtenidos dentro de un margen de ética y bienestar animal, por lo que es fundamental analizar los factores que intervienen sobre éste y su repercusión en la calidad final del producto. Este trabajo tuvo por objetivo comparar las pérdidas de peso por transporte y algunas características de calidad de la canal que pueden ser afectadas por el transporte en corderos enviados a faena desde una estancia de la XI Región a las ciudades de Puerto Aysén (XI Región) y Valdivia (X Región), práctica habitual dada la insuficiente capacidad de las plantas faenadoras locales.

Se utilizaron cuatro envíos comerciales de corderos bajo dos esquemas de transporte previo a la faena, con dos repeticiones cada uno: local terrestre de 12 h (Puerto Aysén) y prolongado terrestre marítimo de 46 h (Valdivia). De un total de 2106 corderos transportados de la misma estancia en la XI Región, 25 animales fueron seleccionados por viaje (total 100). Se registraron los pesos de predio, de llegada a matadero y de canal caliente de cada cordero, con lo que se obtuvieron las pérdidas de peso vivo y rendimiento centesimal de la canal, base predio. Durante la faena se registraron las contusiones mediante inspección de las canales y se obtuvieron muestras de hígado y músculo para determinación de las concentraciones de glucógeno respectivas. Después de una refrigeración de 24 h a 4° C se midió el pH en duplicado en el lomo y en la pierna. Todos los datos obtenidos fueron sometidos a pruebas estadísticas para determinar la existencia de diferencia significativa; a excepción de las contusiones, que sólo fueron analizadas de manera descriptiva.

Se registraron disminuciones de peso vivo de $1,4 \pm 0,6$ (prom \pm DE) y $3,9 \pm 1,0$ kg en corderos transportados por 12 y 46 h respectivamente ($P < 0,01$). El rendimiento centesimal de la canal obtenido bajo cada esquema de transporte, en base a peso en predio, fue de $50,2 \pm 1,9$ (12 h) y de $46,9 \pm 2,4$ % (46 h) ($P < 0,01$). Se encontró un 25 % de canales contusas en corderos sometidos a transporte de 12 h, sólo con contusiones de grado y extensión 1. En corderos transportados por 46 h se registró un 33 % de canales contusas, con contusiones grado 1 (97 %) y grado 2 (3 %) y extensiones nivel 1 (52 %), 2 (38 %) y 3 (10 %). Las concentraciones de glucógeno hepático fueron de $6,9 \pm 12,1$ y $5,2 \pm 9,0$ $\mu\text{mol/g}$ para los esquemas de transporte de 12 y 46 h respectivamente ($P > 0,05$); en el músculo se encontraron concentraciones de $6,8 \pm 5,5$ y $5,1 \pm 4,4$ $\mu\text{mol/g}$ de glucógeno, también respectivamente ($P > 0,05$). Se alcanzaron valores de pH de $5,90 \pm 0,19$ y de $5,96 \pm 0,23$ bajo los esquemas de transporte local y prolongado respectivamente ($P > 0,05$). El transporte prolongado terrestre marítimo afectó negativamente sólo las pérdidas de peso vivo, el rendimiento centesimal de la canal y la presentación de contusiones. Los relativamente altos valores de pH y las bajas concentraciones de glucógeno encontrados indicarían que incluso el transporte local produjo un alto nivel de estrés y desgaste energético.

Palabras clave: corderos, transporte, peso, contusiones, glucógeno, pH.

2. SUMMARY

EFFECTS OF LONG DISTANCE TRANSPORT BY ROAD AND FERRY ON LIVE WEIGHT LOSS AND CARCASS CHARACTERISTICS IN LAMBS

The aim of this study was to compare live weight losses during transport and some carcass characteristics of lambs transported for slaughter from a farm located in Region XI, Chile, either to a local slaughterhouse in the city of Puerto Aysén (Region XI) or submitted to prolonged transport to Valdivia (Region X), a routine commercial practice due to the insufficient capacity of local meat plants.

Four commercial loads transporting a total of 2106 lambs bred and loaded at the same farm were used; in 2 of these journeys lambs were transported to the local slaughterhouse at Puerto Aysén travelling 12 h by stone road, and in the other 2 journeys lambs were transported to Valdivia, on a 46 h journey that considered terrestrial and sea transport on a ferry. In each journey 25 lambs were randomly selected, individualized, weighed on farm before loading and loaded at random within the lorry; live weight was registered again at arrival at the slaughterhouse and the carcasses were weighed after slaughter, calculating dressing percentage based on live weight on farm. Bruises were registered on the carcasses by visual inspection and liver and muscle samples taken immediately after slaughter in order to determine glycogen content. 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.

Live weight losses of 1.4 ± 0.6 (mean \pm SD) and 3.9 ± 1.0 kg were found in lambs transported for 12 and 46 h respectively ($P < 0.01$). Carcass dressing percentage was 50.2 ± 1.9 (12 h) and 46.9 ± 2.4 % (46 h) ($P < 0.01$). The proportion of bruised carcasses reached 25 % in the lambs submitted to 12 h transport, observing only grade 1 bruises (subcutaneous tissue) and extension 1 (up to 5 cm diameter). In the lambs transported for 46 h a 33 % of bruised carcasses was found, observing bruises grade 1 (97 %), grade 2 (3 %, muscle tissue) and extension 1 (52 %), 2 (38 %, 6 to 10 cm) and 3 (10 %, over 11 cm). Liver glycogen concentrations were 6.9 ± 12.1 and 5.2 ± 9.0 $\mu\text{mol/g}$ in lambs after 12 and 46 h transport respectively ($P > 0.05$); glycogen concentrations in muscle were 6.8 ± 5.5 and 5.1 ± 4.4 $\mu\text{mol/g}$ also respectively ($P > 0.05$). The mean values for pH were 5.90 ± 0.19 and 5.96 ± 0.23 in carcasses of lambs submitted to local and prolonged transport respectively ($P > 0.05$). In conclusion, prolonged terrestrial and sea transport affected negatively only live weight losses, carcass dressing percentage and the presentation of bruises compared to local transport. The relatively high pH values observed in the carcasses and the low concentrations of glycogen found suggest that even local transport produced high levels of stress and energy consumption.

Key words: lambs, transport, weight, bruises, glycogen, pH.

3. INTRODUCCIÓN

3.1. ANTECEDENTES GENERALES

Según el censo agropecuario del año 1997, Chile posee alrededor de 11.000.000 de cabezas de ganado, entre bovinos, ovinos, porcinos, equinos, caprinos y camélidos. Con más de la mitad del total de ovinos en la zona sur del país, el extremo sur austral (regiones XI y XII) concentra el 61,2% de la población ovina, equivalente a 2,3 millones de cabezas (Chile 1997).

Si bien la producción de carne de cordero durante el año 2005 alcanzó sólo un 0,77% del total de producción nacional de carne en vara, es una cifra que en dólares se traduce en un ingreso de alrededor de US\$ 17,5 millones para las regiones más australes de Chile (X, XI y XII regiones), constituyendo un importante ingreso para esta zona del país (Chile 2006^b). La exportación de carne ovina y subproductos durante el año 2005 llegó a 5.586 toneladas, un 3,9 % más que el año 2004, equivalente a 24.253.000 US\$ FOB. Entre los principales destinos estuvieron España, Francia y México (Chile 2006^b).

Datos recientes muestran que durante el primer semestre de 2006 las toneladas de carne ovina producidas aumentaron en 30% comparado con el año anterior, sobrepasando el 97,6% del total de producción de carne ovina obtenido durante el año 2005. Sin embargo, la exportación ha disminuido en volumen y cantidad de dinero transado durante el mismo período. Los principales mercados fueron España, Suecia, Holanda, Israel, Alemania y México, entre otros (Chile 2006^a).

El beneficio de 657.341 ovinos permitió llegar a 9.227,2 toneladas de carne producidas en el año 2005 a nivel nacional (Chile 2006^b). En el contexto de la industria cárnica del país, se puede afirmar que la producción de corderos es uno de los principales rubros del extremo austral de Chile, siendo Corriedale (63,5%), Suffolk Down (8,8%) y Merino Precoz Alemán (5,3%) las tres principales razas del país (Pérez y col 2006). Este tipo de producción se caracteriza por concentrar la faena entre los meses de diciembre y febrero, y si bien, la mayor parte de los ovinos se faena próximo a los lugares de producción, en las regiones XI y XII (Gallo 2004), dada la limitada capacidad de las plantas faenadoras de carnes (de aquí en adelante PFC) de la XI Región, es imposible dar abasto a la totalidad de corderos producidos en ésta, por lo que se debe optar por beneficiar corderos en plantas frigoríficas que se ubican a muchos kilómetros de distancia del predio de procedencia. Del total de ovinos existentes en la XI Región, 337.565 cabezas (Chile 1997), durante el año 2000 se faenaron 26.675 cabezas en la XI Región y salieron de la misma 16.000, alrededor del 38% de la producción regional (Chile 2000), aunque cifras más recientes indican que la salida de corderos desde esta región ha disminuido en los últimos años, llegando en el año 2004 a sólo 1.845 cabezas (Chile 2007). Esto implica en el caso de la XI Región un transporte de 37 h a Osorno y hasta 55 h a Santiago (Aguayo y Gallo 2005) incluyendo tramos terrestres y marítimos, con las consiguientes consecuencias en el bienestar de los animales.

El bienestar animal es un tema de relevancia creciente en la sociedad y las prácticas asociadas a éste deben sustentarse sobre bases científicas objetivas, para no subjetivizar el tema considerando sólo aspectos ético-ambientales, religiosos o netamente económicos (Bahamonde 2004). 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, es que debe ponerse especial énfasis en todos los factores que intervienen sobre éstos (Russell y col 2005). Hoy, ya no sólo se considera que un producto de procedencia animal sea sano, natural y palatable, sino también que sea obtenido dentro de los márgenes que considera la ética y el "bienestar animal" (Gallo y Tadich 2005). En este sentido, afirma Gallo (2004), el manejo previo al beneficio, 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.

3.2. TRANSPORTE, CANTIDAD Y CALIDAD DE CARNE

La calidad de la carne es afectada por distintos factores, como la genética, el tipo de alimentación, el manejo, el bienestar animal, la edad de faena, la cadena de frío y hasta la forma de cocción (Grandin 1997, Jacob y col 2005^{a,b}, Russel y col 2005, Young y col 2005), entre otros.

Sin embargo, el transporte y el reposo previo al beneficio, 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), y que pueden poner en riesgo todo el trabajo de meses de producción (Escos y col 2006). Además, es importante poner atención en que el proceso termine bien, dando una buena imagen al consumidor y asegurando beneficios al sector (Escos y col 2006).

Debe mencionarse que en Chile existen sólo estudios en bovinos que indican los efectos del transporte (Gallo y col 2000, 2001, Tadich y col 2000), estudios en especies diferentes a ésta son incipientes. Esto se asocia al vacío legal que existe en el país 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 y normas (Chile 1993). Tal vacío legal podría asociarse con el hecho de que la preocupación mostrada por animales que son transportados es proporcional a su valor; o bien, podría deberse a la menor alteración que se produce en la calidad de la carne ovina a causa de un transporte deficiente, comparado con los efectos en carnes bovinas y porcinas (Knowles 1998). Los estudios anteriores evalúan pérdidas de peso en viajes de hasta 96 h, encontrando disminuciones de hasta un 14%, sin embargo, registros de calidad de canal por tiempos mayores a 24 h no existen.

Los principales efectos del transporte sobre las características de la carne están dados por el estrés que el contacto con el humano y con animales desconocidos durante la carga, viaje y descarga en el matadero significa para los animales de granja, que en su mayoría viajan sólo una o dos veces en su vida (Broom 1996) y a causas como condiciones del vehículo, del

conductor y de las carreteras (Broom 1996, Grandin 1997), y la supresión de agua y alimento durante extensas jornadas, entre otras.

El transporte de animales, debido a la centralización de la faena industrial y concentración en pocas y grandes plantas, ha aumentado las distancias de viaje y por ende también los tiempos en que los animales son manipulados (Knowles 1999, Warriss 1990). Así, el transporte previo a la faena supone un estrés adicional en corderos (Thompson y col 1987) que podría impedir el bienestar (Manteca 2004, Warriss y col 2002) y ser la razón para posteriormente encontrar daños en la canal y algunas deficiencias en las condiciones de algunos tejidos (Fisher 1996). Carga, descarga y conducción se asocian a daño físico e injurias (Knowles 1999) y están en directa relación con los tiempos de viaje y de reposo a los que son sometidos los animales (Warriss y col 1990). Además, el contacto con animales desconocidos determina interacciones sociales que pueden generar estrés psicológico y agotamiento físico, ambos asociados con cambios fisiológicos que determinan un pobre bienestar animal, una carne de menor calidad e importantes pérdidas económicas (Knowles 1999, Manteca 2004, Warriss y col 1990, Young y col 2005).

El estrés generado puede ser de tipo físico, fisiológico (Grandin 1997, Immonen y col 2000) y psicológico (Knowles 1998, Knowles y col 1993, 1996), y de esto dependerá el grado de afección que se produzca. El estrés físico se genera durante el arreo y la carga, mantención de la postura y balance durante el transporte. El fisiológico a causa de inanición y deshidratación, y es medido en términos de niveles de reservas energéticas. El estrés psicológico puede ser causado por novedades y ambientes desconocidos, ruidos y olores extraños, ausencia de alimento y agua, vibración y cambios de aceleración del vehículo, cambios de temperatura y hacinamiento (Warriss 1990), pero es difícil de medir (Knowles 1998). Estos factores a menudo generan respuestas de comportamiento y fisiológicas, algunas de las cuales pueden, si son extremas, contribuir a la reducción en la calidad de la canal y de la carne obtenida.

Entre las consecuencias del transporte en ovinos se puede mencionar la muerte de animales (Black y col 1994), aunque a niveles menores (Knowles 1998) por lo que las consecuencias económicas son pequeñas comparadas con otras especies (broilers 0,19%, cerdos 0,07%) (Knowles y col 1994). Las muertes ocurridas durante el transporte y el reposo (0,0182%), se deben más bien al estrés adicional que estos manejos implican para animales previamente comprometidos en su estado de salud (Knowles y col 1994). Las contusiones, fracturas, disminución del rendimiento de la canal y alteraciones en las características de la carne, como un pH elevado o corte oscuro, también se producen a consecuencia del transporte y manejo ante mortem inadecuados, reduciendo el valor del producto y dificultando su posterior procesamiento (Gallo y Gatica 1994, Gallo y col 2003).

3.2.1. Pérdida de peso vivo y rendimiento centesimal de la canal y su relación con el tiempo de transporte

Hay estudios que asocian los tiempos de transporte y reposo con pérdidas económicas, por la disminución de peso y deshidratación que se produce, dada la inevitable restricción de

alimento y agua por extensos períodos de tiempo y la consiguiente utilización de reservas corporales (Jacob y col 2006, Knowles 1998, 1999, Knowles y col 1997, Warriss 1990, Warriss y col 1990).

La pérdida de peso vivo, que ocurre principalmente en las primeras 15 h de transporte, está dada básicamente por disminución de contenido intestinal, que dependerá del tipo de alimentación y del tiempo de viaje (Knowles 1998). Existen estudios que asocian la pérdida de peso vivo con la edad y que consideran que la inicial pérdida de peso vivo es mayor en corderos lactantes, debido al escaso desarrollo ruminal y el tipo de alimentación recibida. Sin embargo, lo anterior podría no ser lo usualmente encontrado, ya que dependiendo del tipo de alimentación corderos destetados podrían perder más peso que corderos con contenido ruminal reducido (lactantes). Por otro lado, la pérdida de peso vivo es proporcional al largo del intestino, por esto los rumiantes son menos susceptibles que los cerdos en cortos períodos de inanición (Thompson y col 1987, Warriss 1990).

Knowles y col (1993) encontraron pérdidas de peso de 6,7 % a causa del transporte y de 1,5 % a causa, sólo, del ayuno en corrales en relación al peso inicial de los corderos. También se han registrado pérdidas de 6,4 y 7,3 % de peso vivo en corderos luego de 15 y 24 h de transporte, respectivamente; éstas pueden recuperarse después de 24 h de reposo con alimento (Knowles y col 1996), o compensarse con acceso a agua de bebida durante la privación de alimento (Warriss 1990).

Según Knowles (1998), la mejor medida para saber en qué grado los animales utilizan sus reservas está dada por el cambio en el peso de la canal, que disminuye al igual que el rendimiento centesimal de la canal con el aumento de los tiempos de transporte y reposo (Gallo y col 2003, Jacob y col 2005^a). La pérdida de peso junto con la disminución del nivel de glucógeno muscular constituyen indicadores de un animal metabólicamente estresado (Knowles 1998).

3.2.2. Contusiones y su relación con el transporte

El transporte también afecta 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 (Jago y col 1996, Knowles 1999). Por otro lado, desde el punto de vista ético, Jago y col (1996) señalan que las contusiones implican que hubo compromiso del bienestar de los animales, ya que son presumiblemente dolorosas y potencialmente estresantes.

Las contusiones pueden generarse en cualquiera de las etapas previas a la faena (Warriss 1990) y los factores que pueden causarlas son diversos e incluyen construcciones inadecuadas o en mal estado, interacciones sociales, manejo y comportamiento de arreadores, tipo de vehículo de transporte y su conducción, y también estado fisiológico del animal (Jago y col 1997). Existen distintas opiniones en relación al origen de las contusiones. Jarvis y Cockram (1995) señalan que la mayoría de las contusiones se producen durante la descarga y

en menor grado en la carga de los animales a causa principalmente de la monta entre corderos y agarrones del vellón durante el manejo (Knowles 1998). Por lo anterior, es que corderos esquilados presentan un menor número de contusiones, ya que no presentan vellón para ser asidos (Jarvis y Cockram 1995, Knowles 1998); en consecuencia, con el menor manejo en corderos obtenidos directamente de predio, se presenta un menor número de contusiones que en aquellos comprados en ferias (Jarvis y Cockram 1995, Knowles 1998).

Otro factor determinante del bienestar del individuo y de la presentación de contusiones es la densidad de carga (Warriss y col 2002, 2003). Es probable que a altas densidades de carga aumente el agotamiento de los animales, ya que no poseen espacio suficiente para mantener el balance durante el transporte y mucho menos espacio para echarse (Knowles 1998, Knowles y col 1998); por ello en caso de caídas es casi imposible que se levanten, siendo pisados por el resto de los animales. Si bien existe una presión comercial por maximizar el número de animales transportados en cada vehículo para reducir costos (Warriss 1998, Warriss y col 2002), existe escasa información publicada de la densidad de carga usada para el transporte comercial de ovinos (Warriss y col 2002). En el Reino Unido el Farm Animal Welfare Council –FAWC– (1991) propone una disponibilidad de espacio de aproximadamente 0,2 m²/cordero de 30 kg y en Nueva Zelanda el Animal Welfare Advisory Committee –AWAC– (1996) recomienda 0,17 y 0,21 m²/cordero para individuos de 30 y 40 kg respectivamente. De la Fuente y col (2006) señalan, sin embargo, que bajas densidades aumentan la capacidad de movimiento para mantener el equilibrio durante el transporte, lo que afecta el consumo del glucógeno muscular y el pH final de la canal. Knowles (1998) encontró que en Inglaterra la disponibilidad de espacio para corderos de 35 kg varía entre 0,22 y 0,44 m²/animal y en Chile, Taramán (2006) registró una disponibilidad de espacio que varió entre 0,16 a 0,22 m²/cordero en Magallanes, la única disponible en el país.

3.2.3. Concentraciones de glucógeno hepático y muscular y su relación con el tiempo de transporte

En relación a las características de la carne, estudios recientes indican que la calidad de ésta, en términos de color, terneza y futura preservación, está influenciada por la concentración de glucógeno muscular y pH, ambas afectadas a su vez por la nutrición y por el nivel de estrés previo a la faena (Immonen y col 2000, Pethick y col 2005^b, Warriss 1998).

La concentración de glucógeno, forma en que se almacena la energía en el músculo, además de estar afectada por el estrés y la nutrición (Devine y col 2006, Immonen y col 2000, Lowe y col 2002), está influenciada por el desgaste físico del animal producido por el ejercicio (Jacob y col 2005^{a,b}, Knowles 1998, 1999, Ruiz de la Torre y col 2001) y la mantención del balance durante el transporte, que es su principal enemigo según Immonen y col (2000). Los movimientos del vehículo (Warriss y col 1995) y el ayuno (Fisher 1996, Grigor y col 1999) son también factores importantes.

La depleción de glucógeno tiende a ser acumulativa (Knowles 1998) y su repleción depende, tanto del tipo de alimentación como del tiempo de recuperación desde que el factor estresante fue aplicado (Devine y col 2006). Un trabajo realizado por Petersen (1983) incluye

registros de otros autores que indican que la duración de la repleción del glucógeno muscular seguida a un ejercicio inducido es rápida en ratas, completándose en 2-4 h, más lenta en toritos, en los que se recupera después de 3 días y mucho más lenta en ovinos agotados por largas jornadas, pudiendo tomar más de 5 días.

La depleción del glucógeno muscular por actividad y estrés físicos, dará origen a carne que es más oscura y con un pH más alto que lo normalmente encontrado después del proceso post mortem (Immonen y col 2000, Knowles 1998). Con niveles bajos de glucógeno al momento de la faena, la producción de ácido láctico y la caída del pH también son reducidos y con ello disminuye la resistencia de la carne a la acción microbiana y la preservación de la calidad de la misma (Knowles 1999), además de disminuir la terneza y sabor a la cocción (Young y col 2004). Lo anterior se asocia con la generación de carne que es más oscura y seca, conocida como corte oscuro o carne DFD (del inglés dark, firm y dry) (Warriss 1990), discriminada por los consumidores por su aspecto anormal y principalmente encontrada en la especie bovina, ya que los corderos presentan una mayor tolerancia al manejo previo al beneficio (Knowles 1999).

Debe considerarse que las reservas de glucógeno están asociadas con el tiempo de transporte y el tiempo y capacidad del animal para adaptarse a la nueva situación (De la Fuente y col 2006) y en este sentido, es importante mencionar que el estudio de los niveles de glucógeno muscular y hepático sería un indicador sensible para determinar malas o buenas prácticas de transporte y comercialización de ovinos (Knowles 1998).

3.2.4. pH y su relación con el tiempo de transporte

Concordando con lo señalado por Jansen (2001) el pH es una de las principales medidas utilizadas para monitorear calidad de la carne. Existen estudios que indican que el pH final de la carne (medida de glicólisis) es afectado por la nutrición (Devine y col 1993, Jacob y col 2005^b), el estrés pre faena (Bond y col 2004, Devine y col 1993, Petersen 1983, Pinkas y col 1982, Sañudo y col 1998), el tipo y tiempo de transporte y densidad de carga (De la Fuente y col 2006), la duración y condiciones del reposo (Jacob y col 2005^a, Petersen 1983), el tipo de insensibilización, uso de estimulación eléctrica (Velarde y col 2003, Vergara y Gallego 2000) y temperatura de refrigeración (McGeekin y col 2001).

Bond y col (2004) afirman que tres son los factores que afectan el pH final y su caída durante el rigor: el estrés por ejercicio previo a la faena, la adrenalina liberada que afecta la cantidad de glucógeno en células musculares a la faena y la estimulación eléctrica post faena, que depletaría el glucógeno por glicólisis.

Se sabe que el manejo pre faena posee un efecto negativo sobre el pH final (Devine y col 2006, Watanabe y col 1996), asociado principalmente a la acción de agentes estresantes sobre la concentración del glucógeno muscular, lo que impide una maduración completa de la carne. 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 6,8, resulta en serios defectos de

calidad (DFD). 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).

Jacob y col (2005^{a,b}) afirman que la concentración de glucógeno y el pH de los músculos *semimembranosus* y *semitendinosus* podrían ser influenciados por tiempos prolongados de transporte y reposo, encontrando pH sobre 5,7 en ambos músculos de corderos transportados por 24 h y faenados con diferentes tiempos de reposo. Sin embargo, y a pesar de lo señalado, sólo cuando el pH final es suficientemente alto como para generar carne oscura o características indeseables para el envasado al vacío, es que se considera un problema y se generan soluciones para reducir su incidencia (Devine y col 1993).

En base al conocimiento e información disponible, sumado al nivel actual y potencial de comercialización de carne ovina en Chile y hacia el resto del mundo, es indispensable investigar en qué grado el transporte previo a la faena afecta el bienestar de corderos enviados a matadero, y cómo esto se ve reflejado en la calidad de la canal y carne obtenidas. En este sentido, es importante poder demostrar a los propietarios de los animales y PFC, con datos concretos, que el transporte sí repercute sobre la calidad del producto para el mercado en el que ha de comercializarse, y en definitiva puede reducir el ingreso final percibido por ellos. También parece necesario constituir un primer registro de parámetros de calidad de carne ovina en Chile, ya que datos de contenido de glucógeno hepático y muscular y pH de la carne, para esta especie, son inexistentes en el país y podrían servir de base de comparación para estudios posteriores.

Este trabajo plantea como hipótesis, que el transporte prolongado de corderos por vía terrestre y marítima aumenta las pérdidas de peso vivo y de la canal, como también el porcentaje de canales con contusiones, el grado y la extensión de éstas; y por otro lado, disminuye las concentraciones de glucógeno hepático y muscular determinando un pH de canal más alto comparado con el transporte corto de corderos vía terrestre.

El objetivo general de este trabajo fue comparar las pérdidas de peso por transporte y algunas características de calidad de la canal que pueden ser afectadas por el transporte, en corderos de la misma procedencia (Río Cisnes, XI Región), unos faenados en la misma zona tras un transporte local (Puerto Aysén) y otros faenados en Valdivia (X Región) tras un transporte prolongado. Los objetivos específicos fueron:

1. Determinar y comparar las pérdidas de peso vivo por concepto de transporte en los corderos de ambos grupos.
2. Determinar y comparar el peso y rendimiento centesimal de la canal de los corderos de ambos grupos.
3. Determinar y comparar el porcentaje de canales contusas, así como el grado y extensión de las contusiones, en los corderos de ambos grupos.

4. Determinar y comparar la concentración de glucógeno hepático y muscular post mortem en los corderos de ambos grupos.
5. Determinar y comparar el pH muscular a las 24 horas post mortem de las canales de ambos grupos.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

Esta investigación, que forma parte del proyecto FONDECYT 1050492, se realizó en diciembre de 2005 utilizando transportes comerciales de corderos facilitados por un mismo productor de la XI Región y enviados a mataderos de las ciudades de Puerto Aysén (XI Región) y Valdivia (X Región).

4.1. MATERIAL BIOLÓGICO

Se utilizaron 100 corderos de raza Corriedale, obtenidos de la Estancia Río Cisnes, XI Región, entre los días 16 y 24 de diciembre de 2005. Todos los animales fueron alimentados en base a leche materna y pradera natural, tenían una edad aproximada de 70 días y un peso vivo de $29,4 \pm 3,0$ (prom \pm DE) kg al embarque. Los corderos, criados de manera extensiva, fueron mantenidos con sus madres hasta pocas horas antes de ser cargados para su envío al matadero (figura 1).



Figura 1. Corderos arreados junto a sus madres previo a la carga.

4.2. OTRO MATERIAL

- Camiones con carro, de similar estructura y tamaño, para el transporte de animales desde el predio de procedencia hasta la PFC ubicada en la ciudad de Aysén (esquema local) o la ciudad de Valdivia (esquema prolongado).
- Balanza digital portátil para el pesaje de los animales, marca Soehnle, modelo Skyline N° 62813.
- Balanza digital inserta en línea de cada PFC para el peso de las canales.
- Peachímetro con electrodo de pincho, marca Ebro®, modelo PHX 1400.
- Estanque de nitrógeno líquido y tubos plásticos para almacenar muestras de músculo e hígado.
- Instrumental para toma de muestras de músculo e hígado post mortem.

4.3. MÉTODOS

Un total de 2106 animales fueron enviados a matadero en cuatro viajes comerciales, bajo dos esquemas de transporte habitual: local de 12 h vía terrestre a la PFC de Puerto Aysén, y prolongado de 46 h vía terrestre marítima a la PFC de Valdivia. Todos los viajes fueron realizados con una disponibilidad aproximada de 0,22 m²/cordero en camiones con carro, de tres pisos cada uno (alrededor de 527 corderos en cada viaje).



Figura 2. Vehículo “tipo” utilizado en este trabajo para el transporte de ovinos.

4.3.1. Peso vivo, pérdidas de peso vivo y rendimiento centesimal

Del total de animales transportados, se seleccionaron al azar al pasar por la manga de pesaje 25 corderos por viaje; previo a su carga en camión y carro (figura 2) fueron identificados con arete plástico y pesados en balanza digital, luego reintegrados al lote junto a los demás corderos transportados. Paralelamente se tomaron muestras de sangre para análisis bioquímicos para otros estudios (Brito 2007, Tapia 2007).

Dos viajes de cada esquema de transporte se realizaron entre los días 16 y 26 de diciembre de 2005 con una temperatura ambiente de 20 – 25° C. El esquema de transporte local incluyó una distancia aproximada de 400 km por caminos de ripio y una duración promedio de 12 h, desde la estancia de procedencia al matadero de destino en la ciudad de Aysén, y los viajes se realizaron los días 16 y 18 de diciembre de 2005. Por su parte, el esquema de transporte prolongado terrestre marítimo, utilizado los días 18 y 24 de diciembre de 2005, abarcó una distancia aproximada de 1100 km, recorridos en un período de 46 h desde el mismo predio de procedencia hasta la PFC de la ciudad de Valdivia, esquema que incluyó caminos de ripio y pavimento, y alrededor de 23 h de transporte marítimo (vehículo cargado con animales a bordo de transbordador) desde Puerto Chacabuco –XI Región– a Puerto Montt –X Región– (figura 3).



Figura 3. Ubicación geográfica de la estancia de procedencia, ciudades 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.

Después del transporte, los corderos fueron descargados en las respectivas PFCs y nuevamente pesados en balanza digital. Luego fueron mantenidos en corrales de espera por 6 h aproximadamente, sólo con acceso a agua hasta la faena.

Los corderos fueron insensibilizados con pistola de proyectil retenido impulsada por fulminante y degollados a nivel de ambas venas yugulares y arterias carótidas.

El peso de la canal caliente fue obtenido en la línea de faena previo al ingreso de ésta a la cámara frigorífica para su enfriamiento (4° C). El rendimiento centesimal (RC) de la canal se obtuvo mediante la división del peso de la canal caliente (PCC) por el peso vivo predial (PVP) del cordero, según la siguiente fórmula:

$$RC = \frac{PCC}{PVP} \times 100$$

4.3.2. Contusiones

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

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

- a) **Grado 1:** afectan el tejido subcutáneo alcanzando hasta las aponeurosis musculares superficiales externas, provocando allí lesiones poco apreciables.
- b) **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.
- c) **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.

4.3.2.2. Extensión de la contusión: para categorizarla se consideraron tres niveles según el diámetro aproximado del área afectada.

- a) **Nivel 1:** < 5 cm.
- b) **Nivel 2:** 6 a 10 cm.
- c) **Nivel 3:** > 10 cm.

4.3.3. Glucógeno hepático y muscular

Posterior a la evisceración, dentro de 30 minutos post mortem, se obtuvieron muestras de 5 g aproximadamente de tejido hepático (borde) y de tejido muscular (*M. semispinalis capitis*), las que fueron colocadas en tubos plásticos, congeladas e inmediatamente almacenadas en nitrógeno líquido, para su envío al Centro de Referencia para Productos de Origen Animal (CERPRAN) de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile (Santiago de Chile).

Para la determinación de las concentraciones de glucógeno se extrajo aproximadamente 1 gramo 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 gramo del tejido se homogeneizó en amortiguador Tris 20mM,

pH 7,5. Luego de centrifugar (3500g, 15 min) y descartar sedimento, alícuotas apropiadas de cada muestra (por ej. 5, 10, 25 μ l) 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 colores se expresaron como μ mol 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, que en este trabajo fueron asumidos como “0”, la cantidad “mínima” de glucógeno que podría encontrarse en el tejido analizado.

4.3.4. pH muscular

El pH (Ebro®, PHX 1400) se midió en la canal fría (0-4° C) en duplicado en la profundidad del músculo *Longissimus thoracis* (lomo) a la altura de la 13^a costilla y entre los músculos *Semitendinosus* y *Biceps femoris* (pierna) 24 h post mortem (pH_u).

Los peachímetros fueron calibrados previo a su uso con soluciones control (tampones pH 4 y 7, a 4° C), lavados con agua destilada y secados con toalla de papel absorbente. Después, cada 8-10 mediciones, el peachímetro fue recalibrado y limpiado de la manera antes descrita.

4.3.5. Análisis de datos

Los datos registrados fueron traspasados a planillas electrónicas Microsoft Excel y analizados mediante estadística descriptiva (prom \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 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.

5. RESULTADOS

5.1. PÉRDIDA DE PESO VIVO, PESO Y RENDIMIENTO CENTESIMAL DE LA CANAL

El efecto del tiempo de transporte sobre las pérdidas de peso vivo, el peso de la canal y rendimiento centesimal de ésta para ambos esquemas de transporte se puede apreciar en el cuadro 1 (registros individuales en Anexo 1ab). Los corderos transportados por 46 h disminuyeron en promedio 2,5 kg de peso vivo más que los corderos transportados por 12 h ($P<0,01$). 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. Efecto del esquema de transporte utilizado en corderos enviados desde estancia Río Cisnes a Puerto Aysén (Local) y Valdivia (Prolongado) sobre el peso vivo en predio, peso vivo matadero, pérdida de peso vivo, peso canal caliente y rendimiento centesimal de la canal en base al peso vivo en predio (prom \pm DE).

	Esquema de transporte	
	Local (12 h)	Prolongado (46 h)
Peso Vivo Predial (kg)	29,5 \pm 3,4 ^a	29,3 \pm 2,5 ^a
Peso Vivo Matadero (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 en la misma línea con distinta letra indican diferencia estadísticamente significativa entre esquemas de transporte ($P<0,01$).

5.2. CONTUSIONES, GRADO Y EXTENSIÓN

Las canales con contusión, el grado y extensión de éstas según el esquema de transporte utilizado se encuentran en el cuadro 2. Bajo el esquema de transporte prolongado la cantidad de canales con contusiones aumentó, encontrándose 8% más que en el esquema de transporte de 12 h. Además de lo anterior, también aumentó la gravedad de las contusiones, encontrándose en el esquema prolongado de transporte algunas contusiones de grado 2 (3%) y extensiones mayores a 6 cm y 10 cm de diámetro, a diferencia del transporte local en el que se registraron sólo contusiones de primer grado y extensión no superior a los 5 cm de diámetro.

Cuadro 2. Porcentaje de canales con contusiones, grado y extensión de éstas según esquema de transporte utilizado en corderos enviados desde estancia Río Cisnes a Puerto Aysén (Local) y Valdivia (Prolongado).

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

5.3. CONCENTRACIONES DE GLUCÓGENO HEPÁTICO Y MUSCULAR

El cuadro 3 muestra las concentraciones de glucógeno hepático y muscular de los corderos de ambos esquemas de transporte. Se aprecia la ausencia de diferencia en el contenido de glucógeno atribuible al esquema de transporte utilizado en los corderos, sea éste local o prolongado ($P>0,05$).

5.4. pH MUSCULAR

Según el cuadro 4, el pH encontrado en las canales luego de 24 h post mortem no arrojó diferencias significativas dependientes del esquema de transporte utilizado para el pH promedio o aquél medido a nivel del lomo o de la pierna ($P>0,05$).

Cuadro 3. Concentraciones de glucógeno hepático y muscular según esquema de transporte utilizado en corderos enviados desde estancia Río Cisnes a Puerto Aysén (Local) y Valdivia (Prolongado) (prom \pm DE).

	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

(P>0,05)

Cuadro 4. Niveles de pH encontrados en las canales según esquema de transporte utilizado en corderos enviados desde estancia Río Cisnes a Puerto Aysén (Local) y Valdivia (Prolongado) (prom \pm DE).

	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

(P>0,05)

6. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este trabajo muestran que el transporte afecta ciertos parámetros cuantitativos y de calidad de la canal de corderos transportados en pie durante largas jornadas de viaje atribuibles, principalmente, a la supresión de alimento y estrés que tal manejo implica.

6.1. PÉRDIDA DE PESO VIVO, PESO Y RENDIMIENTO CENTESIMAL DE LA CANAL Y SU RELACIÓN CON EL TIEMPO DE TRANSPORTE

Los resultados de este trabajo concuerdan con algunos datos existentes respecto a que el transporte *per se* tiende a generar pérdida de peso vivo y de canal (Wythes y col 1981). La pérdida de peso vivo encontrada en corderos enviados a faena bajo el esquema prolongado de transporte superó en más del doble a la pérdida de peso encontrada en los corderos del esquema de transporte local (cuadro 1), y el rendimiento centesimal fue menor en los corderos utilizados en el esquema prolongado de transporte. Aunque no se incluyó en los objetivos de este trabajo ni en los resultados antes analizados, debe señalarse que bajo el esquema de transporte prolongado terrestre marítimo, además de las pérdidas de peso, murieron 3 animales. Esto es la muestra más evidente de pobre bienestar, que si se mira como un todo, determinó pérdidas adicionales de peso vivo (88,2 kg) para el total de kg de cordero vivo enviados a faena a Valdivia (32.457,6 kg).

La pérdida de peso vivo encontrada en el esquema de transporte local (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. Thompson y col (1987) registraron valores de 7 – 8 % de pérdida de peso vivo para corderos de 30 kg de peso transportados por 24 h, lo que puede extrapolarse a los resultados obtenidos en este estudio. También Knowles y col (1993) encontraron una disminución de peso vivo de 6,7 % por concepto de transporte, comparado con un 1,5 % de disminución de peso al sólo someter a los animales a confinamiento por 24 h, sin agua y alimento. Por su parte, bajo el esquema de transporte prolongado, la pérdida de peso vivo se acerca al límite superior del rango de disminución de peso vivo atribuible al transporte registrado en Australia para animales del mismo peso y que viajan durante 1 ó 2 días, intervalo que va de 8 a 14 % de disminución de peso vivo (Thompson y col 1987).

Las pérdidas de peso vivo encontradas en este trabajo pueden tener su origen en distintas causas, entre ellas el vaciado de contenido intestinal, la movilización de tejidos para obtención de energía que solventa funciones vitales y la deshidratación que puede ocurrir debido a la falta de alimento y agua de bebida durante el transporte (Knowles 1998, Thompson y col 1987, Warriss 1990). Sin embargo, probablemente, serían el estrés y la supresión de alimento y agua las principales determinantes de esta disminución de peso (Knowles y col 1993, Warriss 1990).

El hecho 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, es más rápido en las 12 h iniciales del ayuno (Thompson y col 1987, Warriss 1990). Sin embargo, la pérdida del contenido intestinal depende de la cantidad y calidad de alimento consumido, y en este caso en que los animales fueron alimentados en base a leche materna, el contenido intestinal fue mayor que si hubiesen sido alimentados con grano o pasturas y por lo tanto la pérdida inicial de peso es mayor por existir un contenido mayor en digestibilidad y cantidad; algo similar podría suceder si los corderos hubiesen ingerido agua previo al pesaje, por ejemplo (Warriss 1990).

La diferencia de peso de canal y rendimiento centesimal entre ambos grupos (cuadro 1), indicaría que ya no sólo se está perdiendo peso por concepto de vaciado intestinal, sino que además se está perdiendo peso por movimiento de reservas corporales para contrarrestar el ayuno, y por deshidratación, lo que determinaría canales de menor peso a un mayor tiempo de ayuno. En este mismo sentido, Sañudo y col (1998) señalan que la movilización de peso desde otros tejidos para la obtención de energía en animales jóvenes es principalmente desde músculos más que desde grasa. Los resultados encontrados en este trabajo se ubican dentro del rango de rendimiento centesimal señalado por Díaz (1997) para corderos de raza Corriedale y también concuerdan con lo señalado por Thompson y col (1987), quienes encontraron 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. Estos resultados en ovinos, difieren de lo encontrado en bovinos por Manríquez (2006), quien no encontró disminuciones de peso de canal en bovinos transportados en el mismo tramo.

Las pérdidas de peso vivo y de peso de la canal podrían contrarrestarse con acceso a agua de bebida durante el viaje, pues como indican Tapia (2007) y Brito (2007) 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 en tales animales y, en menor grado, esplenocntracción por estrés. Warriss (1990) señala que durante el movimiento del vehículo los corderos no toman agua, sino sólo en períodos de descanso que superan las 24 h. Estos períodos en viajes comerciales son impracticables, tanto desde un punto de vista económico como desde un punto de vista de bienestar animal, ya que períodos de descanso prolongados, sin acceso a alimentación sólo deterioran aún más el estado general del animal. Sería interesante determinar en estudios posteriores si durante las 24 h de viaje marítimo los corderos consumen agua o no, al tenerla a disposición.

6.2. CONTUSIONES Y SU RELACIÓN CON EL TIEMPO DE TRANSPORTE

El 33 % de canales contusas encontradas en el esquema de 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 0,3 % encontrado en el sudeste de Inglaterra (Dorset y Somerset) por Green y col

(1995) y al 8,1 % registrado por Tarumán (2006) en el extremo sur de Chile (Magallanes) para corderos transportados hasta por 400 km.

En este experimento el tiempo de transporte tuvo una influencia directa sobre el número de canales contusas, lo que apoyaría el trabajo de Knowles (1999) realizado en bovinos, en el sentido que la calidad de la canal en términos de extensión de contusiones, se afecta negativamente bajo el esquema prolongado de transporte. Estos resultados concuerdan con los de McNally y Warris (1996), también en bovinos, quienes señalan que el incremento en el tiempo de viaje, distancia recorrida y tiempos de espera son principales causantes de contusión, sin descartar los manejos. Sin embargo, los resultados aquí encontrados se oponen a lo señalado por Knowles y col (1994) acerca de que la distancia recorrida es un pobre predictor de canales contusas, principalmente porque más importante que la distancia recorrida es el tiempo en que los animales son transportados, que se relaciona con las condiciones del camino.

El aumento en la cantidad de canales contusas en el esquema prolongado de transporte podría deberse a la fatiga que comienzan a sentir los animales (Jago y col 1997), 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 podrían ser consecuencia del estrés que implica este transporte (Jago y col 1997). Además del aumento en el número de canales contusas, con 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 % < 5cm; 38 % 5 < 10cm y 10 % > 10cm), a diferencia de las canales de corderos transportados por 12 h, las que sólo presentaron contusiones grado 1 y de extensión no mayor a 5 cm de diámetro. Esto también es importante desde el punto de vista de que las canales contusas deben sufrir recortes, lo que está asociado a un menor precio final de la canal pues pesa menos y, por otro lado, está imposibilitada de ser exportada. Estos resultados en corderos corroboran los encontrados por Manríquez (2006) en bovinos transportados por el mismo tramo.

6.3. CONCENTRACIONES DE GLUCÓGENO HEPÁTICO Y MUSCULAR Y SU RELACIÓN CON EL TIEMPO DE TRANSPORTE

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 (Anexo 2ab).

Las concentraciones de glucógeno hepático encontradas en los corderos, son similares a los valores registrados 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). Datos no

publicados* obtenidos de corderos de similares condiciones de crianza, edad y raza, faenados con distintos tiempos de ayuno sin transporte, señalan una concentración de glucógeno hepático inicial o base de 131,1 $\mu\text{mol/g}$ (tiempo 0), y concentraciones de 118,0 $\mu\text{mol/g}$ y de 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 transportados por 46 h. Lo anterior indicaría que el tipo de transporte usado fue un factor importante en la depleción del glucógeno, ya que animales sólo sometidos a ayuno no depletaron tan rápidamente las reservas de glucógeno. Se apoya con estos resultados la afirmación que alude al transporte como un factor importante en la disminución de las reservas de glucógeno (Immonen y col 2000).

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 $25,4 \mu\text{mol/g}$. En el trabajo no publicado* se registró 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* para corderos sometidos a 20 y 44 h de ayuno, respectivamente. Estos valores distan mucho de lo encontrado en este trabajo, y sucede algo similar a lo descrito para el contenido de glucógeno hepático, pues el valor encontrado en corderos con 44 h de ayuno se acerca más al registrado para corderos transportados por 12 h; no obstante, este valor se ubica por debajo del encontrado en animales sólo sometidos a ayuno, o al valor señalado por Bond y col (2004) para corderos sometidos a ejercicio por 24 h ($11,1 \mu\text{mol/g}$). Se corrobora nuevamente que el transporte es un importante factor en la depleción del glucógeno hepático y muscular (Immonen y col 2000). Los valores encontrados en este trabajo, en el caso del glucógeno muscular, también podrían deberse en parte al músculo utilizado (*M. semispinalis capitis*), pues el contenido de glucógeno muscular depende de cuán envuelto en el movimiento esté el músculo en cuestión (De la Fuente y col 2006, Pinkas y col 1982). Sin embargo de acuerdo a datos aún no publicados* en que se compararon las concentraciones de glucógeno de varios músculos en ovinos, éstas no variaron significativamente entre ellas.

Dada la ausencia de diferencia entre ambos esquemas de transporte en el contenido de glucógeno hepático y muscular ($P > 0,05$), y los bajos valores encontrados en este trabajo comparado con los obtenidos en corderos ayunados, pero sin transporte en el trabajo aún no publicado*, se podría afirmar que aún bajo el esquema de transporte local el tiempo de viaje fue prolongado y habría depletado el glucógeno disponible; de hecho se encontraron muchas canales con contenido "0" de glucógeno al momento de la faena (Anexo 2ab), por lo que la concentración ya no podía disminuir más. Esto apoya lo señalado por Jones y Tong (1989) de que el transporte, sumado a la carencia de alimento y agua, determinaría el consumo de todo el glucógeno disponible. Por otra parte, es posible que las reservas iniciales de glucógeno muscular hayan sido bajas e insuficientes para contrarrestar el efecto del transporte. Para

* C Gallo, Proyecto FONDECYT 1050492, 2006

comprobar esto, se requiere de estudios que consideren la obtención de una biopsia muscular para medición del contenido de glucógeno en el animal vivo, parámetro que permitiría obtener valores más precisos de la variación o utilización de las reservas energéticas en un mismo animal bajo determinado esquema experimental.

Según Petersen (1983) el glucógeno muscular no se recupera hasta después de 8 días post transporte con una adecuada alimentación; por lo tanto, el descanso o reposo prolongado en matadero previo a la faena estaría contraindicado por no tener un efecto positivo en la repleción del glucógeno. En relación al tipo de alimentación se ha visto que tiene un papel fundamental en la repleción del glucógeno. Pethick y col (2005^b) encontraron que corderos alimentados con paja de baja calidad nutricional presentan menor cantidad de glucógeno muscular que corderos alimentados en pasturas o con concentrados de mediana energía, registrando valores de $57,8 \pm 2,2 \mu\text{mol/g}$ en *M. semimembranosus* y $37,8 \pm 1,7 \mu\text{mol/g}$ en *M. semitendinosus* para aquellos alimentados con paja y $82,2 \pm 1,7 \mu\text{mol/g}$ en *M. semimembranosus* y $55,6 \pm 2,2 \mu\text{mol/g}$ en *M. semitendinosus* para aquellos alimentados con pasturas.

Desde un punto de vista económico, para contrarrestar el deterioro en la canal y la disminución en la calidad final de la carne, producto del pH elevado que impide acceder a mejores mercados, una de las opciones para recuperar el glucógeno muscular sería el descanso prolongado en un predio, para dividir el viaje en dos etapas más cortas, o en matadero dando una buena alimentación. Sin embargo ambas alternativas implican un mayor costo y en un matadero es un manejo económicamente poco viable. La recomendación más práctica sería disminuir al mínimo los tiempos de espera en las PFC con el consiguiente efecto en el bienestar de los animales, pues se evita que continúen consumiendo sus reservas de energía. Con todo lo señalado anteriormente, este trabajo apoya lo aseverado por Lowe y col (2002) en lo que respecta a que un corto transporte y cuidadoso manejo del reposo, sumado a una buena nutrición en el predio, que asegure un adecuado tampón de glucógeno, permitirían obtener una carne de mayor calidad.

6.4. pH Y SU RELACIÓN CON EL TIEMPO DE TRANSPORTE

Podría afirmarse que el manejo pre faena, y en especial el transporte de los animales, posee un efecto negativo significativo sobre el pH final de la canal, pues la disminución en la caída de éste ocurre vía depleción del glucógeno por estrés (Devine y col 2006, Watanabe y col 1996), ejercicio y ayuno prolongados.

Los valores de pH registrados en este trabajo reflejan el bajo contenido de glucógeno muscular encontrado y apoyan lo señalado por Young y col (2005), en el sentido de que el transporte de ovinos hacia el matadero causa estrés, y la señal más obvia de estrés animal en el producto final es una carne con pH_u alto. En el presente trabajo, si bien no se encontró diferencia ($P > 0,05$), atribuible al esquema de transporte para ninguna de las mediciones de pH realizadas (cuadro 4), los valores registrados fueron en general más altos que los de referencia. Devine y col (2006) y Watanabe y col (1996) señalan que valores de pH de hasta 5,8 serían

considerados como normales. Otros autores registran en promedio un pH de 5,59 para lomo y de 5,62 para pierna (Cañeque y col 2004, De la Fuente y col 2006, Jacob y col 2006, Pethick y col 2005^a, Pilodori y col 1999). El pH en pierna encontrado en los corderos transportados por 46 h es superior al rango señalado por Bond y col (2004) para canales con corte oscuro, y superó el valor de 6,13 registrado para el primer caso de carne DFD en corderos (De la Fuente y col 2006).

El pH promedio aquí encontrado se ubica en el rango indicado por Devine y col (2006) para corderos sometidos a estrés (pH 5,75-6,00) y es similar al pH de 5,92 registrado por Bond y col (2004) para corderos sometidos a estrés por ejercicio.

La menor caída de pH que ocurrió en corderos transportados bajo esquema prolongado de envío a nivel de la pierna, aunque no es diferente de la encontrada en los corderos transportados por 12 h ($P>0,05$), podría deberse a la alta variabilidad que existe en los contenidos de glucógeno entre músculos (Pinkas y col 1982).

Los valores encontrados en este trabajo para concentraciones de glucógeno y pH, indicarían que aún bajo el esquema de transporte local de 12 h los corderos fueron sometidos a un alto nivel de estrés y consumo de energía para mantención del equilibrio y/o postura durante el transporte, lo que determinaría finalmente carnes con altos pH_u .

A partir de los datos obtenidos en este trabajo y de su comparación con la literatura existente, se puede concluir que:

- El transporte prolongado terrestre marítimo de 46 h frente al transporte local terrestre de 12 h afectó negativamente el peso vivo, el peso de la canal y el rendimiento centesimal de ésta en los corderos.
- El transporte prolongado terrestre marítimo incrementó el porcentaje de canales con contusiones, la extensión y gravedad de éstas comparado con el transporte local terrestre, afectando de manera negativa las características de la canal.
- El transporte prolongado terrestre marítimo comparado con el transporte local terrestre no afectó las concentraciones de glucógeno hepático y muscular y, por ende, tampoco el pH_u de las canales.
- Los valores de pH encontrados son relativamente altos y las concentraciones de glucógeno hepático y muscular bajas, comparado con otros estudios, lo que indicaría que incluso el transporte local de 12 h produciría un alto nivel de estrés y desgaste energético.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Aguayo L, C Gallo. 2005. Tiempos de viaje y densidades de carga usadas para bovinos transportados vía marítima y terrestres 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.
- Animal Welfare Advisory Committee (AWAC). 1996. Amendments to the Code of Recommendations and Minimum Standards for the Welfare of Animals Transported within New Zealand. New Zealand Government Ministry of Agriculture and Fisheries, Wellington, New Zealand.
- Bahamonde F. 2004. La institucionalización del bienestar animal, un requisito para su desarrollo normativo, científico y productivo. 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*. Pp. 15-16. Santiago de Chile.
- 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.
- Black H, LR Matthews, KJ Bremner. 1994. The behaviour of male lambs transported by sea from New Zealand to Saudi Arabia. *N Z Vet J* 42, 16-23.
- Brito ML. 2007. Efecto del destete y de un transporte terrestre y marítimo de 46 horas sobre los valores de algunos constituyentes sanguíneos indicadores de estrés en corderos Corriedale. *Memoria de titulación (en ejecución)*, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Broom DM. 1996. How well do farm animals cope with their environment during transport? *Fleischwirtschaft* 76, 279-281.
- Cañeque V, C Pérez, S Velasco, MT Díaz, S Lauzurica, I Álvarez, F Ruiz de Huidobro, E Onega, J De la Fuente. 2004. Carcass and meat quality of light lambs using principal component analysis. *Meat Sci* 67, 595-605.
- Chile. 1993. Ministerio de Agricultura. Reglamento general de transporte de ganado bovino y de carnes. Decreto Supremo N° 240. Publicado en el Diario Oficial del 26 de octubre de 1993.
- Chile. 1997. Instituto Nacional de Estadísticas -INE-. IV Censo Nacional Agropecuario 1997.

- Chile. 2000. Ministerio de Agricultura. Servicio Agrícola y Ganadero -SAG-. Gestión Estratégica, XI Región de Aysén. Cabotaje salida de animales en pie de la XI Región y productos agropecuarios año 2000.
- Chile. 2002. Instituto Nacional de Normalización (INN). Norma Chilena de Tipificación de Canales Bovinas. NCh. 1306. Of. 2002.
- Chile. 2006^a. Instituto Nacional de Estadísticas -INE-. Evolución y Perspectivas Producción Pecuaria Chile: Período 2000-2005 y Primer Semestre 2006.
- Chile. 2006^b. Ministerio de Agricultura. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias -ODEPA-. Boletín Estadístico de Comercio Exterior Silvoagropecuario Enero - Diciembre 2005 N° 40.
- Chile. 2007. Ministerio de Agricultura. Servicio Agrícola y Ganadero -SAG-. Protección Pecuaria, Región de Aysén. Cabotaje: salida de ovinos en pie. Región de Aysén 1973-2004.
- 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. *Resúmenes del 52nd International Congress of Meat Science and Technology (ICoMST)*, Dublín, Irlanda. Pp. 177-178.
- Devine CE, AE Graafhuis, PD Muir, BB Chrystall. 1993. The effect of growth rate and ultimate pH on meat quality of lambs. *Meat Sci* 35, 63-77.
- Devine CE, TE Lowe, RW Wells, NJ Edwards, JE Hocking Edwards, TJ Starbuck, PA Speck. 2006. Pre-slaughter stress arising from on-farm handling and its interactions with electrical stimulation on tenderness of lambs. *Meat Sci* 73, 304-312.
- Díaz J. 1997. Rendimiento y características de las canales de corderos de diferentes cruza en la XII Región, Magallanes. *Memoria de titulación*, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- 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. *Resúmenes del 52nd International Congress of Meat Science and Technology (ICoMST)*, Dublín, Irlanda. Pp. 529-530.
- Farm Animal Welfare Council (FAWC). 1991. Report on the European Commission Proposals on the Transport of Animals. MAFF Publications, London.
- Fischer K. 1996. Transport of slaughter animals - Effects, weaknesses measures. *Fleischwirtschaft* 76, 521-526.

- 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*. Pp. 83-99. Santiago de Chile.
- Gallo C, C Gatica. 1994. Efectos del tiempo de ayuno sobre el peso vivo, de la canal y de algunos órganos en novillos. *Arch Med Vet* 27, 69-77.
- Gallo C, N Tadich. 2005. Transporte terrestre de bovinos, efectos sobre el bienestar animal y la calidad de la carne. *Agro Ciencia* 21, 37-49.
- 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.
- Grandin T. 1997. Assessment of stress during handling and transport. *J Anim Sci* 75, 249-257.
- Green LE, E Berriatua, PJ Cripps, KL Morgan. 1995. Lesions in finished early born lambs in southwest England and their relationship with age at slaughter. *Prev Vet Med* 22, 115-126.
- Grigor PN, PJ Goddard, CA Littlewood, PD Warriss, SN Brown. 1999. Effects of preslaughter handling on the behaviour, blood biochemistry and carcasses of farmed red deer. *Vet Rec* 144, 223-227.
- 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.
- 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.

- Jacob RH, KL Pearce, DW Pethick. 2006. Dehydration does not change the eating quality of lamb meat. *Resúmenes del 52nd International Congress of Meat Science and Technology (ICoMST)*, Dublín, Irlanda. Pp. 129-130.
- Jago JG, AL Hargreaves, RG Harcourt, LR Matthews. 1996. Risk factors associated with bruising in red deer at a commercial slaughter plant. *Meat Sci* 44, 181-191.
- Jago JG, RG Harcourt, LR Matthews. 1997. The effect of road-type and distance transported on behaviour, physiology and carcass quality of farmed red deer (*Cervus elaphus*). *Appl Anim Behav Sci* 51, 129-141.
- Jansen ML. 2001. Determination of meat pH – temperature relationship using ISFET and glass electrode instruments. *Meat Sci* 58, 145-150.
- Jarvis AM, MS Cockram. 1995. Handling of sheep at markets and the incidence of bruising. *Vet Rec* 136, 582-585.
- Jones SDM, AKW Tong. 1989. Factors influencing the commercial incidence of dark cutting. *Can J Anim Sci* 69, 649-654.
- Knowles TG. 1998. A review of the road transport of slaughter sheep. *Vet Rec* 143, 212-219.
- Knowles TG. 1999. A review of the road transport of cattle. *Vet Rec* 144, 197-201.
- 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 T, D Maunder, P Warriss. 1994. Factors affecting the incidence of bruising in lambs arriving at one slaughterhouse. *Vet Rec* 134, 107-110.
- 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, PD Warriss, SN Brown, JE Edwards, PE Watkins, AJ Phillips. 1997. Effects on calves less than one month old of feeding or not feeding them during road transport of up to 24 hours. *Vet Rec* 140, 116-124.
- Knowles TG, PD Warriss, SN Brown, JE Edwards. 1998. Effects of stocking density on lambs being transported by road. *Vet Rec* 142, 503-509.

- Lowe TE, BM Peachey, CE Devine. 2002. The effect of nutritional supplements on growth rate, stress responsiveness, muscle glycogen and meat tenderness in pastoral lambs. *Meat Sci* 62, 391-397.
- 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 titulación*, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Manteca X. 2004. Tendencias de la Investigación Científica en Bienestar Animal. 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*. Pp. 29-43. Santiago de Chile.
- McGeehin B, JJ Sheridan, F Butler. 2001. Factors affecting the pH decline in lamb after slaughter. *Meat Sci* 58, 79-84.
- McNally PW, PD Warriss. 1996. Recent bruising in cattle at abattoirs. *Vet Rec* 138, 126-128.
- Pérez P, M Maino, MS Morales, C Köbrich, C Bardon, J Pokniak. 2006. Gender and slaughter weight effects on carcass quality traits of suckling lambs from four different genotypes. *Small Rumin Res*, en prensa.
- Petersen GV. 1983. The effect of swimming lambs and subsequent resting periods on the ultimate pH of meat. *Meat Sci* 9, 237-246.
- Pethick DW, R Davidson, DL Hopkins, RH Jacob, DN D'Souza, JM Thompson, PJ Walker. 2005^a. The effect of dietary treatment on meat quality and on consumer perception of sheep meat eating quality. *Aust J Exp Agric* 45, 517-524.
- Pethick DW, DL Hopkins, DN D'Souza, JM Thompson, PJ Walker. 2005^b. Effects of animal age on the eating quality of sheep meat. *Aust J Exp Agric* 45, 491-498.
- Pilodori P, S Lee, RG Kauffman, BB Marsh. 1999. Low voltage electrical stimulation of lamb carcasses: effects on meat quality. *Meat Sci* 53, 179-182.
- Pinkas A, Penka Marinova, I Tomov, G Monin. 1982. Influence of age at slaughter, rearing technique and pre-slaughter treatment on some quality traits of lamb meat. *Meat Sci* 6, 245-255.
- 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.
- Sañudo C, A Sanchez, 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.
- Tapia KA. 2007. Efecto del destete y de un transporte terrestre de 12 horas sobre los valores de algunos constituyentes sanguíneos indicadores de estrés en corderos Corriedale. *Memoria de titulación (en ejecución)*, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Tarumán JA. 2006. Frecuencia de presentación y características de las contusiones en canales ovinas y su relación con el transporte. *Memoria de titulación*, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- 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.
- Vergara H, L Gallego. 2000. Effect of electrical stunning on meat quality of lamb. *Meat Sci* 56, 345-349.
- 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. 1998. Choosing appropriate space allowances for slaughter pigs transported by road, a review. *Vet Rec* 142, 449-454.
- 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.
- Warriss PD, SN Brown, TG Knowles, SC Kestin, JE Edwards, SK Dolan. 1995. Effects on cattle of transport by road for up to 15 hours. *Vet Rec* 136, 319-323.
- Warriss PD, JE Edwards, SN Brown, TG Knowles. 2002. Survey of the stocking densities at which sheep are transported commercially in the United Kingdom. *Vet Rec* 150, 233-236.

- Warriss PD, SN Brown, TG Knowles. 2003. Assessment of possible methods for estimating the stocking density of sheep being carried on commercial vehicles. *Vet Rec* 153, 315-319.
- 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.
- Wythes JR, RJ Arthur, PJM Thompson, GE Williams, JH Bond. 1981. Effect of transporting cows various distances on liveweight, carcass traits and muscle pH. *Aust J Exp Agric Anim Husb* 21, 557-561.
- Young OA, J West, AL Hart, FFH van Otterdijk. 2004. A method for early determination of meat ultimate pH. *Meat Sci* 66, 493-498.
- 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.

8. ANEXOS

Anexo 1a. Registro peso vivo predial (PVP), peso vivo matadero (PVM), pérdida de peso vivo (PPV), peso canal caliente (PCC) y rendimiento centesimal de la canal (RC) de los corderos con transporte local terrestre.

Animal	PVP (kgs)	PVM (kgs)	PPV (kgs)	PPV (%)	PCC (kgs)	RC (%)
1	25,40	24,50	0,90	3,54	12,40	48,82
2	28,00	26,30	1,70	6,07	14,10	50,36
3	27,00	26,20	0,80	2,96	13,70	50,74
4	28,60	26,90	1,70	5,94	14,60	51,05
5	25,60	24,80	0,80	3,13	11,90	46,48
6	26,20	25,30	0,90	3,44	12,20	46,56
7	27,40	26,30	1,10	4,01	13,90	50,73
8	31,20	30,00	1,20	3,85	15,60	50,00
9	31,80	30,40	1,40	4,40	16,60	52,20
10	27,00	25,80	1,20	4,44	13,40	49,63
11	27,80	27,30	0,50	1,80	14,10	50,72
12	31,20	30,30	0,90	2,88	15,90	50,96
13	25,20	24,40	0,80	3,17	12,80	50,79
14	25,20	24,50	0,70	2,78	12,30	48,81
15	27,20	26,50	0,70	2,57	14,10	51,84
16	29,00	28,20	0,80	2,76	15,10	52,07
17	25,60	24,50	1,10	4,30	13,50	52,73
18	26,40	25,50	0,90	3,41	12,60	47,73
19	26,40	25,10	1,30	4,92	12,70	48,11
20	26,00	25,20	0,77	2,96	12,90	49,62
21	24,20	23,30	0,90	3,72	11,70	48,35
22	26,20	25,20	1,00	3,82	13,50	51,53
23	23,60	22,80	0,80	3,39	11,90	50,42
24	25,00	23,90	1,10	4,40	12,10	48,40
25	30,80	28,80	2,00	6,49	15,60	50,65
26	25,00	23,20	1,80	7,20	11,10	44,40
27	30,80	29,70	1,10	3,57	15,30	49,68
28	28,00	26,90	1,40	4,95	14,70	52,50
29	37,60	35,70	1,90	5,05	18,90	50,27
30	32,00	30,60	1,40	4,38	16,50	51,56
31	29,80	27,70	2,10	7,05	15,60	52,35
32	32,00	30,30	1,70	5,31	15,70	49,06
33	31,40	28,90	2,50	7,96	16,10	51,27
34	33,40	31,30	2,10	6,29	17,10	51,20
35	34,20	32,50	1,70	4,97	16,30	47,66
36	32,40	30,70	1,70	5,25	16,10	49,69
37	33,40	31,80	1,60	4,79	17,20	51,50
38	31,60	29,60	2,00	6,33	16,20	51,27
39	30,40	27,90	2,50	8,22	14,80	48,68
40	32,40	30,30	2,10	6,48	16,40	50,62
41	33,80	31,60	2,20	6,51	17,60	52,07
42	32,20	30,10	2,10	6,52	16,20	50,31
43	35,00	32,90	2,10	6,00	18,10	51,71
44	34,20	31,70	2,50	7,31	18,60	54,39
45	31,20	29,80	1,40	4,49	15,20	48,72
46	33,60	32,30	1,30	3,87	17,50	52,08
47	31,80	30,40	1,40	4,40	15,40	48,43
48	33,00	30,30	2,70	8,18	16,80	50,91
Promedio	29,53	28,09	1,44	4,80	14,85	50,20
DE	3,44	3,08	0,58	1,62	2,00	1,87

Anexo 1b. Registro peso vivo predial (PVP), peso vivo matadero (PVM), pérdida de peso vivo (PPV), peso canal caliente (PCC) y rendimiento centesimal de la canal (RC) de los corderos con transporte prolongado terrestre marítimo.

Animal	PVP (kgs)	PVM (kgs)	PPV (kgs)	PPV (%)	PCC (kgs)	RC (%)
1	34,20	29,30	4,90	14,33	16,30	47,66
2	31,80	28,20	3,60	11,32	16,20	50,94
3	34,40	30,60	3,80	11,05	16,90	49,13
4	34,00	29,30	4,70	13,82	14,90	43,82
5	30,60	27,80	2,80	9,15	14,40	47,06
6	34,00	29,80	4,20	12,35	16,10	47,35
7	29,60	25,80	3,80	12,84	14,40	48,65
8	30,00	26,60	3,40	11,33	13,20	44,00
9	32,00	25,90	6,10	19,06	13,70	42,81
10	29,00	24,60	4,40	15,17	13,90	47,93
11	26,60	23,20	3,40	12,78	12,40	46,62
12	26,00	22,60	3,40	13,08	12,50	48,08
13	26,20	23,00	3,20	12,21	11,30	43,13
14	29,80	25,10	4,70	15,77	13,10	43,96
15	32,00	27,00	5,00	15,63	14,30	44,69
16	28,40	24,50	3,90	13,73	13,00	45,77
17	26,80	22,60	4,20	15,67	11,80	44,03
18	28,40	24,40	4,00	14,08	14,30	50,35
19	28,80	23,90	4,90	17,01	13,30	46,18
20	27,20	22,90	4,30	15,81	11,40	41,91
21	27,80	23,10	4,70	16,91	12,70	45,68
22	25,40	22,10	3,30	12,99	11,80	46,46
23	25,40	22,40	3,00	11,81	12,00	47,24
24	29,00	25,50	3,50	12,07	13,70	47,24
25	28,20	26,60	1,60	5,67	14,20	50,35
26	30,60	26,20	4,40	14,38	14,40	47,06
27	31,40	27,40	4,00	12,74	15,60	49,68
28	32,60	27,80	4,80	14,72	15,80	48,47
29	27,60	24,60	3,00	10,87	13,30	48,19
30	29,60	26,50	3,10	10,47	14,00	47,30
31	31,00	26,40	4,60	14,84	13,70	44,19
32	27,20	24,30	2,90	10,66	13,20	48,53
33	26,00	22,80	3,20	12,31	12,90	49,62
34	28,20	23,90	4,30	15,25	14,60	51,77
35	31,00	26,90	4,10	13,23	14,80	47,74
36	25,80	23,00	2,80	10,85	11,50	44,57
37	29,00	24,30	4,70	16,21	12,80	44,14
38	30,20	25,80	4,40	14,57	14,90	49,34
39	30,40	27,10	3,30	10,86	14,80	48,68
40	30,20	25,80	4,40	14,57	15,00	49,67
41	28,00	23,10	4,90	17,50	12,60	45,00
42	32,40	25,20	7,20	22,22	14,90	45,99
43	26,00	24,70	1,30	5,00	13,20	50,77
44	28,80	25,10	3,70	12,85	13,00	45,14
45	25,40	22,00	3,40	13,39	11,40	44,88
46	30,00	26,20	3,80	12,67	13,70	45,67
47	29,00	25,50	3,50	12,07	14,10	48,62
48	29,20	24,60	4,60	15,75	13,60	46,58
Promedio	29,28	25,33	3,94	13,41	13,74	46,93
DE	2,47	2,13	1,00	2,96	1,38	2,38

Anexo 2a. Registros de pH a nivel de pierna, lomo y promedio de ambos, y concentraciones de glucógeno hepático (GH) y muscular (GM) de los corderos transportados bajo esquema local terrestre.

Animal	pH lomo	pH pierna	pH promedio	GH (μmol/g)	GM (μmol/g)
1	5,65	5,83	5,74	0,00	0,38
2	5,87	6,20	6,03	0,00	5,39
3	5,70	6,33	6,02	0,12	15,34
4	6,31	6,55	6,43	2,98	11,20
5	5,88	6,45	6,16	0,00	11,06
6	5,86	6,23	6,04	0,00	4,48
7	5,87	6,24	6,05	23,64	8,31
8	5,83	6,42	6,13	0,00	3,31
9	6,25	6,45	6,35	0,00	10,52
10	5,90	5,91	5,91	0,00	7,28
11	5,93	6,06	5,99	0,00	3,17
12	6,12	6,34	6,23	0,00	28,85
13	5,80	5,75	5,78	11,95	4,43
14	5,84	6,22	6,03	20,48	5,25
15	5,88	6,10	5,99	0,52	4,74
16	5,78	6,07	5,92	0,23	8,26
17	5,93	5,77	5,85	29,49	3,29
18	5,81	6,14	5,97	0,00	0,55
19	5,99	6,20	6,09	0,00	0,87
20	5,80	5,78	5,79	0,00	1,81
21	5,89	5,93	5,91	0,00	3,71
22	5,80	5,76	5,78	0,00	5,12
23	5,72	5,80	5,76	0,00	12,40
24	6,22	6,42	6,32	0,00	8,95
25	5,85	5,85	5,85	5,32	2,52
26	5,60	5,92	5,76	49,20	1,07
27	5,77	6,07	5,92	0,00	7,35
28	5,90	5,89	5,89	3,28	6,46
29	5,50	5,68	5,59	0,39	7,32
30	5,55	5,81	5,68	18,22	8,79
31	5,54	6,06	5,80	1,15	10,95
32	5,58	6,21	5,90	9,31	12,09
33	5,65	5,98	5,82	0,00	8,94
34	5,68	6,00	5,84	0,00	7,42
35	5,51	5,68	5,59	5,31	0,03
36	5,60	5,84	5,72	0,00	6,66
37	5,84	6,11	5,97	0,00	5,94
38	5,50	5,73	5,61	39,08	1,50
39	5,53	5,91	5,72	9,39	1,09
40	5,68	6,12	5,90	0,00	15,99
41	5,49	5,85	5,67	10,54	2,61
42	5,52	6,02	5,77	36,85	2,14
43	5,47	5,85	5,66	3,42	6,56
44	5,66	5,84	5,75	21,06	5,36
45	5,68	6,06	5,87	7,51	20,07
46	5,79	6,16	5,98	0,00	12,64
47	5,86	6,23	6,04	3,25	9,34
48	5,71	6,14	5,93	0,00	2,86
49	5,64	6,24	5,94	0,00	3,22
50	5,62	5,94	5,78	32,98	2,18
Promedio	5,76	6,04	5,90	6,91	6,80
DE	0,20	0,23	0,19	12,13	5,47

Anexo 2b. Registros de pH a nivel de pierna, lomo y promedio de ambos, y concentraciones de glucógeno hepático (GH) y muscular (GM) encontrado en corderos transportados bajo esquema prolongado terrestre marítimo.

Animal	pH lomo	pH pierna	pH promedio	GH (μmol/g)	GM (μmol/g)
1	5,64	6,43	6,03	1,71	0,00
2	5,63	5,78	5,70	19,96	12,46
3	5,68	6,19	5,93	15,85	6,60
4	5,55	5,98	5,77	37,94	0,00
5	5,52	5,66	5,59	0,00	13,53
6	5,58	5,89	5,74	6,70	8,01
7	5,56	5,76	5,66	0,00	7,70
8	5,56	5,78	5,67	0,00	0,00
9	5,60	6,03	5,82	10,56	2,56
10	5,54	5,72	5,63	0,00	0,38
11	5,74	5,87	5,81	0,00	0,00
12	5,71	6,14	5,92	0,00	1,23
13	5,77	5,85	5,81	0,00	0,56
14	5,77	5,81	5,79	0,00	0,00
15	5,59	6,04	5,81	3,81	5,46
16	5,95	6,27	6,11	0,00	4,08
17	5,61	5,84	5,72	0,00	0,56
18	5,94	6,41	6,17	7,84	3,99
19	5,63	5,99	5,81	12,77	2,03
20	5,65	6,38	6,01	0,00	1,03
21	5,76	6,19	5,97	0,00	0,00
22	5,58	5,72	5,65	4,44	7,85
23	5,68	5,82	5,75	0,00	1,13
24	5,55	5,95	5,75	4,15	2,56
25	5,72	6,06	5,89	0,00	14,37
26	5,86	6,49	6,18	21,47	3,27
27	5,86	5,97	5,91	0,00	1,20
28	5,82	6,27	6,04	0,00	4,70
29	5,88	6,01	5,94	4,35	4,50
30	5,99	6,37	6,18	29,60	3,24
31	5,92	6,60	6,26	0,00	6,72
32	6,02	6,50	6,26	21,53	5,14
33	5,81	6,45	6,13	0,00	6,57
34	5,90	6,43	6,17	0,00	5,29
35	5,83	6,77	6,30	0,28	5,36
36	5,92	6,76	6,34	0,00	10,61
37	6,16	6,61	6,38	0,00	8,66
38	6,09	6,70	6,40	0,00	6,38
39	5,64	6,32	5,98	17,85	5,94
40	5,72	5,77	5,75	15,34	13,00
41	5,55	6,07	5,81	0,00	6,69
42	5,60	5,80	5,70	0,00	4,97
43	5,67	5,85	5,76	1,27	12,75
44	5,77	6,20	5,98	0,00	0,92
45	5,52	6,18	5,85	0,00	15,42
46	5,97	6,61	6,29	0,00	5,42
47	5,81	6,69	6,25	3,71	2,17
48	5,85	6,13	5,99	19,58	5,30
49	6,06	6,74	6,40	0,00	12,10
50	5,84	6,70	6,27	0,00	0,00
Promedio	5,75	6,17	5,96	5,21	5,05
DE	0,17	0,33	0,23	8,96	4,36

9. AGRADECIMIENTOS

- Primero que todo a Dios, por haberme permitido llegar a esta instancia, por no haberme dejado sólo, aún en momentos de debilidad, y por haberme rodeado de personas muy especiales, que me apoyaron en momentos difíciles y me ayudaron a ver la vida con otros ojos.
- A mis padres, por todo su amor, cariño, comprensión y confianza, por haberme dado más que buenas herramientas para enfrentar la vida y ser ejemplos constantes de lucha, pero sobre todo por estar incondicionalmente a mi lado.
- A mi familia, por su constante preocupación y afecto.
- A mi profesora patrocinante, Dra. Carmen Gallo, por acogerme con tanto cariño y dedicación. Por ayudarme a crecer, más que como un simple profesional, como una persona llena de valores, capaz de aportar ideas que ayuden a crear algo mejor.
- A mis amigos, imposible no mencionarlos, apoyo elemental durante todos estos años fuera de casa. Como no agradecer tantos consejos llenos de afecto que, aunque ustedes no crean, me llenaron de alegría y esperanza; hasta hoy los escucho y me ayudan a enfrentar cada día de una mejor manera.
- A ti, Mari, lo mejor de mi vida! Muchas gracias por haberme acompañado todos estos años, por haberme dado tantas alegrías y también penas, cosas que sin duda nos hicieron crecer. Nunca encontraré las palabras para expresar lo que siento, pero sé que con escribir esto ya sabes lo que eres en mi vida.