



UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE  
Facultad de Ciencias Veterinarias  
Instituto de Ciencias y Tecnología de Carnes

**Efectos del abrevaje en bovinos transportados por 36 horas  
y destinados al faenamiento**

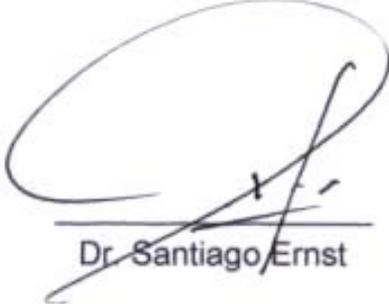
Tesis de Grado presentada como  
parte de los requisitos para optar al  
Grado de LICENCIADO EN  
MEDICINA VETERINARIA

**Marco Antonio Espinoza Marcos**  
Valdivia Chile 2000

**PROFESOR PATROCINANTE**

  
Dra. Carmen Gallo

**PROFESOR COLABORADOR**

  
Dr. Santiago Ernst

**PROFESORES CALIFICADORES**

  
Dr. Oscar Araya

  
Dr. Roberto Ihl

**FECHA DE APROBACION:** 11 de Mayo 2000

Con amor a mis padres.

## INDICE

	<b>Páginas</b>
1.- RESUMEN.....	1
2.- SUMMARY.....	2
3.- INTRODUCCION.....	3
4.- MATERIAL Y METODOS.....	9
5.- RESULTADOS.....	14
6.- DISCUSION.....	25
7.- BIBLIOGRAFIA.....	33
8.- ANEXOS.....	39
AGRADECIMIENTOS.....	55

## 1. RESUMEN

### **EFFECTOS DEL ABREVAJE EN BOVINOS TRANSPORTADOS POR 36 HORAS Y DESTINADOS AL FAENAMIENTO.**

El objetivo del presente estudio fue determinar los efectos del abrevaje en el transporte de bovinos en camión durante 36 horas sobre el peso vivo, el peso y rendimiento de las canales, la presencia de contusiones y pH y color de carne post mortem. Además se registraron antecedentes sobre el comportamiento de los animales durante el viaje.

Se obtuvo antecedentes de un total 80 bovinos de un mismo predio, similar genotipo (cruzas de Hereford y de Angus), edad, peso y estado de gordura. Se realizó un experimento con 40 bovinos (20 novillitos y 20 vaquillas) en Junio (EX1) y una repetición con igual número de animales y bajo las mismas condiciones en Diciembre (EX2). El diseño experimental consistió cada vez, en dos tratamientos con 20 animales cada uno, asignando la mitad de los machos y de las hembras al azar a cada grupo. En cada experimento un grupo de bovinos fue sometido a un transporte continuo de 36 horas por carretera (sin abrevaje) desde el predio al matadero. El otro grupo fue sometido a un periodo de abrevaje de 8 horas, luego de 24 horas de viaje continuo, período en el cual se les ofreció agua y heno ad libitum, completando luego 12 horas adicionales de transporte post abrevaje (con abrevaje). Se utilizaron dos camiones de similar estructura y capacidad en los que se aplicó una densidad de carga de alrededor de 500 kg de peso vivo por 1m<sup>2</sup> en todos los tratamientos. Se utilizó estadística descriptiva y un análisis de varianza para comparar los grupos con y sin abrevaje en cada experimento.

Las orientaciones más frecuentemente adoptadas por los bovinos fueron la perpendicular y la paralela a la dirección del movimiento, siendo la orientación diagonal la menos frecuente. Se registró un mayor número de animales caídos en los grupos sin abrevaje (5) que en los con abrevaje (1). En cuanto al destare se encontraron similares pérdidas de peso promedio hasta el faenamiento en los animales con y sin abrevaje en ambos experimentos (EX1 con= 10.5%; EX1 sin= 9.5%; EX2 con = 11.1%; EX2 sin = 12.8%). El abrevaje no tuvo un efecto significativo sobre el peso de la canal caliente y el rendimiento de la canal en base a peso vivo inicial ni peso llegada a matadero. Los bovinos sometidos a abrevaje presentaron contusiones de menor grado y en menor número. El pH promedio y color de carne post mortem no se vieron influenciados por el abrevaje, pero se encontró valores promedios altos de pH, sobretodo en los bovinos del experimento 1 (EX1 con = 5.8; EX1 sin= 5.8; EX2 con= 5.6; EX2 sin= 5.7).

Se concluye que el transporte de bovinos por 36 horas en camión resulta perjudicial, tanto desde el punto de vista cuantitativo como cualitativo de la canal. El someter a los animales a abrevaje, durante este transporte sólo tuvo efectos benéficos en términos de menor número de animales caídos y menos contusiones en las canales.

**Proyecto FONDECYT 1980062**

## 2. SUMMARY

### **EFFECTS OF A RESTING PERIOD IN CATTLE TRANSPORTED FOR 36 HOURS TO SLAUGHTER.**

The aim of this study was to determine the effects of a resting period in cattle transported by lorry for 36 hours, on live weight changes, carcass yield, presence of bruising, pH and colour of the meat postmortem. Also, data on the behaviour of the cattle during transport were recorded.

Data were obtained from a total of 80 cattle produced by one farmer, of similar genotype (Hereford and Angus crosses), age, weight and fat cover. One experiment was carried out in June (EX1) with 40 animals (20 steers and 20 heifers) and a repetition was performed in December (EX2) under similar conditions. The experimental design consisted in each case of 2 treatments with 20 animals each, assigning at random half of the steers and half of the heifers in each of them; in each experiment one group was transported from the farm to the slaughterhouse continuously by road for 36 hours (without resting period); the other group was submitted to a resting period of 8 hours (offering water and hay ad libitum) after a journey of 24 hours by road and then completed 12 additional hours after resting (with resting). Two lorries of similar structure and capacity were used, and a space allowance of 1m<sup>2</sup> for 500 kg live weight was used in all treatments. Descriptive statistics and analysis of variance were used to compare the groups with and without resting in each experiment.

The most frequent orientations adopted by the cattle were perpendicular and parallel to the direction of the movement, being the diagonal orientation less frequent. A higher number of fallen animals was found in the groups without a resting period (5) than in the groups with resting period (1). It was found that animals with and without a resting period had similar weight losses up to slaughter (EX1 with= 10.5%; EX1 without= 9.5%; EX2 with= 11.1%; EX2 without= 12.8%). The resting period was also found to have no effect on hot carcass weight and proportional yield respect to initial live weight on farm and to live weight at arrival at the slaughterhouse. The animals with a resting period had a lower number of bruises, which were also less severe. The mean pH and colour of the meat postmortem were not affected by resting, but mean pH values were in general high, especially in EX1 (EX1 with=5.8; EX1 without= 5.8; EX2 with= 5.6; EX2 without= 5.7). It is concluded that road transport of cattle by lorry for 36 hours has negative effects from a quantitative as well as from a qualitative point of view of meat production and that a resting period in these circumstances does not improve conditions except from aspects related with fallen animals and bruises.

### 3. INTRODUCCION

#### 3.1. ANTECEDENTES GENERALES

Del total de las existencias de ganado bovino nacional (4.098.438), más de la mitad ( 57.87%) se distribuye entre las regiones Novena y Décima y sólo un 4.0% de los bovinos se ubica en la región Metropolitana (Chile, 1997a); sin embargo de un total de 1.094.684 cabezas de bovino beneficiadas en 1997 a nivel nacional, un 45.7% fueron beneficiadas en la Región Metropolitana y sólo 147.554 cabezas (13.48%) se beneficiaron en la Décima Región y 108.919 cabezas (9.95%) en la Novena Región (Chile, 1997b).

La existencia de infraestructura para procesar carnes, ubicada en su mayor parte en centros de consumo como Santiago y Valparaíso, plantea un sistema de comercialización que está dado por una gran cantidad de bovinos que se trasladan en pie desde los centros de producción hacia los centros de consumo, determinando que los animales deban ser sometidos a largos y agotadores períodos de transporte (Godoy y.col, 1986). De hecho en un análisis del tiempo de transporte entre Osorno y Santiago se obtuvo un promedio de 23 horas y 59 minutos (Carmine, 1995). Debido a lo anterior el transporte de ganado en Chile, junto con ser el medio que permite abastecer tanto a las ferias ganaderas como a las plantas faenadoras de carnes representa un importante eslabón en la cadena de la carne, que puede influir negativamente en su calidad (Pellegrino, 1985; Amtmann y Ruiz, 1986).

Según Sanz-Egaña (1967) el camión es un medio bastante utilizado para transportar ganado, debido a que es más cómoda la carga y descarga, ya que se hace desde el fundo o lugar de origen directamente al camión y de allí a su destino (ferias ganaderas o plantas faenadoras de carnes), es más rápido y seguro. De hecho en Chile, el camión es el medio más utilizado para el transporte de ganado.

El transporte de ganado hacia los lugares de faenamiento puede influir tanto directa como indirectamente en la calidad de la canal y de su carne. La forma directa es a través del destare y lesiones y la indirecta es a través del estrés, que el ambiente extraño le puede producir al animal y que conlleva a cambios hormonales y de otras variables fisiológicas que pueden alterar la calidad de la carne (Gallo, 1994). Todo esto se traduce en bajas cuantitativas y cualitativas y en la consiguiente repercusión económica.

### 3.2 PERDIDAS CUANTITATIVAS PRODUCIDAS POR EL TRANSPORTE

Entre los efectos cuantitativos que produce el transporte y que inciden negativamente sobre la producción de carne, se puede citar el destare o pérdida de peso vivo, pérdida de peso de las canales, y las pérdidas por decomisos y recortes a consecuencia de contusiones.

El destare también conocido como merma, es la pérdida de peso que sufre el ganado durante el traslado del campo a la feria o planta faenadora de carnes (PFC). La mayor parte de estas pérdidas corresponden a excreciones, es decir heces, orina y agua en la forma de vapor con el aire expirado, y también por la transpiración (Warriss, 1990).

El contenido alimenticio en el tracto digestivo de un rumiante puede ser una parte realmente considerable de su peso vivo (Kirton y col, 1967). En el bovino el contenido del tracto digestivo puede llegar a ser de un 12% a 22% del total del peso vivo (Hughes, 1976). Esto está de acuerdo con los resultados de Carr y col (1971) y Bass y Duganzich (1980), quienes afirman que las mayores pérdidas de peso en bovinos mantenidos en ayuno ocurren durante las primeras 24 horas. Esto se debe a que la mayor parte del vaciamiento del tracto digestivo ocurre en esas 24 horas (Kirton y col, 1968; Kirton y col, 1972).

Jones y col (1988) señalan que las pérdidas de peso vivo aumentan con el tiempo de ayuno, pero éstas no son lineales en el tiempo. Esto es comprobado con los resultados de Goodchild (1985), quien señala que los animales desde que salen del predio tienen una merma estimada en un 5% del peso vivo producida dentro de las primeras 5 horas sin alimento y luego, alrededor de un 0.2% por hora.

El transporte en sí genera un estrés adicional más allá del que causa el ayuno obligatorio al que es sometido el animal durante el mismo; cabe señalar que si el transporte es demasiado estresante las pérdidas de agua tisular, orina y fecas toman mayor importancia (Cole y col, 1988).

Influyen en el destare además del tiempo transcurrido desde la última ingesta de alimento, el tipo de alimento consumido y las condiciones climatológicas, como también el ejercicio y estrés a que se someten los animales durante el embarque, transporte y desembarque (Gallo, 1994).

Según Amtmann y Ruiz (1986), el ganado pierde en proporciones muy escasas materias sólidas y grasa de revestimiento, siendo despreciable lo que afecta el transporte a la masa muscular y vísceras comestibles. Otros autores tampoco han encontrado disminución en el peso de la canal después de 2 días (Carr y col, 1971), 3 días (Kirton y col, 1972) y hasta 4 días (Kauflin y col, 1969) de ayuno. Sin embargo Smith y col (1982) determinaron que el peso de la canal disminuye linealmente

( $p < 0.01$ ) con el aumento de la distancia con que son transportados los animales. También Bass y Duganzich (1980) y Price (1981), señalan que en bovinos, incluso el ayuno por 24 horas puede provocar una pérdida de peso de la canal del orden de 17 a 42 gramos por kilo.

En Chile, Gallo y Gatica (1994) observaron que el peso promedio de la canal caliente y fría, mostró una tendencia a ir disminuyendo a medida que aumentaba el tiempo de ayuno bajando en promedio cuatro kilos diarios, y el efecto fue estadísticamente significativo a las 60 horas de ayuno. Según Carmine (1995) las 60 horas de ayuno en los bovinos se alcanzan fácilmente entre transporte y espera en el matadero.

Con frecuencia durante el transporte y traslado de los animales se producen además traumatismos o daños físicos en ellos (Castro, 1993; Matic, 1997). Dichas lesiones significan el decomiso parcial o total de las canales afectadas con las consiguientes pérdidas económicas (Godoy y col, 1986). La Norma Chilena de Tipificación de Canales Bovinas (Chile, 1993b) clasifica y define las contusiones en tres grados de acuerdo a la profundidad de los tejidos afectados y de acuerdo a ello se aplican castigos a las canales; en relación a esto, las canales con contusiones de segundo grado (afectan tejido subcutáneo y muscular) descienden en una categoría de tipificación; y las canales con contusiones de tercer grado (comprometen los tejidos subcutáneo, muscular y óseo) deben ser categorizadas en N. Esto implica en general una disminución de valor comercial de las canales completas.

Además de lo anterior en estas canales el tejido contuso es usualmente sacado, reduciendo el peso de la canal; así también dichas carnes quedan expuestas a una mayor susceptibilidad al deterioro bacteriano (Godoy y col, 1986).

Matic (1997) observó que más de la mitad (64%) de las 15.935 canales examinadas durante un estudio en la principal planta faenadora de Santiago se vieron afectadas por contusiones de algún grado; de ellas un 98.2% fueron contusiones grado 1 y se encontraron porcentajes bajos para los grados 2 (1.7%) y 3 (0.1%). De acuerdo a la ubicación de los traumatismos, se ha establecido que las zonas óseo musculares más sobresalientes son las más expuestas a golpes o roces con la estructura del transporte (Castro, 1993; Matic, 1997).

Según Shorthose (1982) y Jones y col (1988) entre los principales factores que se asocian con la incidencia de las contusiones, estaría el transporte, en el cual intervienen elementos como disposición del vehículo, tiempo, y distancia recorrida, así como también las condiciones operativas de las faenas.

Yeh y col (1978) acotan que distancias superiores a 170 kilómetros de transporte en bovinos tienden a aumentar significativamente las lesiones corporales. En nuestro país la gran masa de bovinos para el sacrificio proviene de lugares que superan los 500 kilómetros de distancia (Matic, 1997). Godoy y col (1986)

encontraron en Santiago una asociación positiva y significativa ( $p < 0.05$ ) al relacionar la distancia recorrida durante el transporte con el número de canales contusionadas. Sin embargo Matic (1997) no encontró asociación positiva para estas mismas variables. Ello se debería a la gran cantidad de factores que actúan e interactúan, como es el caso de los animales provenientes de ferias, lo que implicaría una mayor cantidad de kilómetros recorridos que lo registrado, un mayor manejo y posiblemente la mezcla de grupos no familiarizados. Además el mismo autor señala que otro punto importante de considerar y que probablemente influye, es el trato del ganado en el matadero antes de ser faenado y las condiciones estructurales de los camiones.

### **3.3 PERDIDAS CUALITATIVAS PRODUCIDAS POR EL TRANSPORTE**

Las características de la carne que busca el consumidor, corresponden a aquellas asociadas al aspecto, textura y palatabilidad, siendo las cualidades de sabor y ternura las principales (Forrest y col, 1979). Según Narbona (1995), en Valdivia la característica de mayor importancia para el consumidor al momento de realizar la compra de carne de vacuno es el color. El estrés que sufren los animales durante el transporte, ayuno y otros manejos previo al faenamiento pueden provocar importantes efectos negativos sobre la calidad de la carne (Warriss, 1990).

Como método existente para determinar la calidad de la carne, la medición de pH entrega una especial y rápida información ya que su principio establece relación estrecha entre las propiedades y factores cualitativos de ésta, lo cual permite efectuar selección para su categorización (Hofman, 1988; Godoy y col, 1989). El pH se relaciona especialmente con el color de la carne y sus características tecnológicas (Wirth, 1987).

Según Hofman (1988), el descenso de pH es un cambio post mortem importante que sucede en el músculo durante su conversión a carne. Esto ocurre a consecuencia de una degradación del glucógeno muscular en ausencia de oxígeno (glicólisis anaerobia) luego de la muerte del animal, proceso que provoca acumulación de ácido láctico y consecuentemente descenso del pH a nivel de las fibras musculares. Forrest y col (1979) señalan que valores normales de pH medidos en canales bovinas, se consideran en el rango de 5.4 a 5.8.

Cuando hay glicólisis muy lenta y limitada, como en el caso de animales estresados y sometidos a ayuno prolongado, con escasa reserva de glucógeno, el pH no baja más allá de 5.8-6.2. El pH elevado de la carne permite una mayor capacidad de consumo de oxígeno a nivel mitocondrial (Ashmore y col, 1972) y la falta de oxígeno en los tejidos no permite la transformación de mioglobina en oximioglobina, presentando la carne una coloración oscura y un pH alto, que en el

bovino se conoce como "corte oscuro" (dark cutting) y en el cerdo como DFD (Norman, 1978).

Lawrie (1966), señala que la carne de pH alto tiene un color más oscuro, además de la menor transformación de mioglobina en oximioglobina, porque las fibras musculares aumentan su capacidad de retener agua; éstas están fuertemente apretadas oponiendo una barrera a la difusión de la luz y como consecuencia de ello, la capa de mioglobina de color rojo brillante será muy delgada y habrá un predominio de la mioglobina de color rojo púrpura que da el aspecto oscuro a la carne.

Según Hood y Tarrant (1980), el manejo previo al faenamiento sería una de las causas de mayor importancia en la presentación de "corte oscuro" en carnes bovinas, ya que el ganado sufre un estrés fisiológico y agotamiento por inadecuadas condiciones de transporte, tiempo de ayuno o de espera muy prolongados y mezcla de lotes de animales en los corrales. El estrés ante mortem provoca consumo excesivo de glucógeno muscular, minimizando la cantidad de ácido láctico en el músculo post mortem e impidiendo con ello la caída natural del pH en este período.

Hood y Tarrant (1980), observaron que los músculos más propensos a ser afectados por "corte oscuro" son aquellos del cuarto posterior, en orden de importancia los músculos Longissimus thoracis y Semitendinosus. De allí que el músculo Longissimus thoracis es el mejor indicador para identificar la presencia de "corte oscuro", porque éste muestra una tendencia a presentar valores de pH más altos, antes que otros músculos.

Las carnes con pH alto tienen una elevada capacidad para retener agua, y por ello son especialmente susceptibles al rápido deterioro microbiano. La principal desventaja de este problema en la carne, es la inaptitud para su utilización en el envasado al vacío como método de protección y aumento de vida útil del producto cárneo, además de adquirir estas carnes un aspecto desagradable para el consumidor (Wirth, 1987).

Palma y Gallo (1991) señalan que entre las causas de mayor importancia a las cuales se asocia la presencia de "corte oscuro" en la Décima Región, están aquellas que tienen relación directa con el transporte por camión y el tiempo de ayuno.

Tarrant y Grandin (1993), indican que una medida objetiva del estrés del transporte se puede lograr a través de la observación de indicadores de comportamiento de los animales, (fisiológicos y patológicos), señalando que bovinos adultos jóvenes muestran un estrés creciente en el siguiente orden de tratamientos: reagrupamiento en corrales, confinamiento en detención, confinamiento en un camión en movimiento.

Actualmente en Chile el Reglamento de Transporte de Ganado Bovino y Carnes (Chile, 1993a) establece instrucciones precisas de las características que

Actualmente en Chile el Reglamento de Transporte de Ganado Bovino y Carnes (Chile, 1993a) establece instrucciones precisas de las características que deben poseer los vehículos de transporte de ganado y de transporte de carnes, así como el manejo a que se deben someter los animales durante la carga en origen, el traslado y la descarga. Destaca el hecho que los animales no deben ser transportados por más de 24 horas consecutivas, debiendo someterse cada 24 horas a períodos de 8 horas de descanso y abrevaje, en los cuales se les ofrece agua y forraje ad libitum; la vigilancia de los animales es responsabilidad del transportista. Sin embargo estas indicaciones no están basadas en antecedentes nacionales y existen antecedentes extranjeros (Tarrant y Grandin, 1993) que señalan que el abrevaje puede ser favorable en unas condiciones y contraproducente en otras; por lo cual parecería interesante evaluar el efecto del abrevaje a nivel nacional.

Debido a las enormes distancias que generalmente recorre el ganado bovino a los centros de faenamiento en Chile y que el transporte en camión es el medio más utilizado para este fin, a la existencia de reglamentación basada en condiciones extranjeras en relación al tiempo máximo de transporte continuo para bovinos y considerando que las pérdidas que se pueden ocasionar por bajas en la calidad de la carne repercuten en todas las ramas de la ganadería y de la industria de la carne y del cuero, parece importante determinar cómo las reses y sus canales son afectadas en términos cuantitativos y cualitativos por el transporte prolongado. Por ello, el objetivo del presente estudio fue medir los efectos del abrevaje durante el transporte de 36 horas sobre las pérdidas cuantitativas y cualitativas que sufren los bovinos y sus canales.

Los objetivos específicos fueron:

- Determinar los efectos del abrevaje en bovinos transportados por 36 horas en camión sobre el peso vivo, el peso y rendimiento de las canales y la presencia de contusiones.
- Determinar los efectos del abrevaje en bovinos transportados por 36 horas en camión en relación al pH y color de carne post mortem.
- Registrar el comportamiento de los bovinos durante el transporte y período de abrevaje.

La hipótesis del estudio es que el abrevaje tendría un efecto de reducción de las pérdidas cuantitativas y cualitativas de las canales de bovinos transportados por 36 horas en camión.

## 4. MATERIAL Y METODOS

El presente estudio forma parte del proyecto FONDECYT 1980062 y se llevó a cabo en colaboración con la Planta Faenadora de Carnes "FRIVAL S.A." de la ciudad de Valdivia, en los meses de Junio y Diciembre de 1998.

### 4.1 MATERIAL BIOLÓGICO

Se utilizaron ochenta bovinos de similar genotipo (cruzas de Hereford y de Angus), edad (40 novillitos y 40 vaquillas según norma de clasificación (Chile, 1994)), peso y estado de gordura, adquiridos de un mismo predio de la Décima Región (Mariquina) en donde fueron criados bajo las mismas condiciones.

### 4.2 OTRO MATERIAL

- Dos camiones para transporte de ganado, de similares características estructurales y con un tamaño de carrocería de 16.08 y de 16.66 (m<sup>2</sup>)
- Romanas para el pesaje de los animales y sus canales.
- Peachímetro Ebro, modelo PHX 1400.
- Colorímetro Hunterlab.

### 4.3 METODOS

Se realizó un experimento con 40 bovinos (20 novillitos y 20 vaquillas) en Junio (experimento 1) y una repetición con igual número de animales y bajo las mismas condiciones en Diciembre (experimento 2). El diseño experimental consistió cada vez, en dos tratamientos con 20 animales cada uno, asignando la mitad de los machos y de las hembras al azar a cada grupo. En cada experimento un grupo de bovinos (10 novillitos y 10 vaquillas) fue sometido a un transporte continuo de 36 horas por carretera (grupo sin abrevaje). El otro grupo (10 novillitos y 10 vaquillas) fue sometido a un período de abrevaje de 8 horas, luego de 24 horas de viaje continuo, período en el cual se les ofreció agua y heno (en fardos) ad libitum, completando luego 12 horas adicionales de transporte post abrevaje (grupo con abrevaje).

En cada experimento ambos grupos partieron simultáneamente del predio, un grupo en cada camión. La densidad de carga utilizada en ambos experimentos fue de acuerdo a lo establecido en el reglamento de transporte de ganado bovino (Chile, 1993a) que indica un mínimo de 1 m<sup>2</sup> por 500 kg de peso vivo: 1.00 m<sup>2</sup> para los animales del grupo sin abrevaje y 1.04 m<sup>2</sup> para el grupo con abrevaje en el primer experimento; 1.04 m<sup>2</sup> para el grupo sin abrevaje y 1.00 m<sup>2</sup> para el grupo con abrevaje en el experimento 2.

El transporte de ambos grupos en estudio se realizó en una ruta comprendida entre Gorbea al norte y Puerto Montt al sur recorriendo aproximadamente 900 km, simulando las condiciones y manejos a que son sometidos los animales en un transporte prolongado con un fin comercial.

#### **4.3.1. Comportamiento**

Durante el transporte, se realizaron varias detenciones para revisar los animales y observar el comportamiento de éstos; anotando aspectos como: orientación durante el transporte, número de animales caídos, número de animales echados. En el primer experimento se realizaron 20 detenciones en el caso del grupo con abrevaje y 16 en el caso del grupo sin abrevaje; en el segundo experimento se realizaron 20 detenciones para cada grupo. Durante las primeras 2 horas del abrevaje también se anotó para ese grupo los animales que estaban bebiendo o comiendo.

#### **4.3.2. Peso vivo**

Los animales fueron pesados e identificados individualmente con un autocrotal numerado en forma correlativa en el predio de origen y asignados al azar la mitad de los machos y de las hembras a cada grupo de tratamiento el momento antes de ser cargados al camión que los llevaría a la planta faenadora. Este primer pesaje se registró como peso vivo predio (PVP) y para obtenerlo se utilizó una romana de propiedad del predio (marca Hispana, con una precisión de 1 y capacidad de 1.000 kg).

Durante el transcurso de los experimentos, los animales de ambos grupos fueron sometidos en forma individual a otros dos pesajes. El primero una vez descargados los animales a la llegada a la planta faenadora, para obtener el peso vivo matadero (PVM). Luego fueron llevados a corrales de reposo, permaneciendo por un período de 12 horas (+/- 1 hora) antes de ser faenados, sin alimento y disponiendo de agua ad libitum. El segundo pesaje se realizó en el momento previo a que los animales fueron faenados, para obtener el peso vivo previo faena (PVPF). En ambos casos se utilizó una romana de precisión marca Hispana presente en el matadero, la cual tiene una capacidad de 5.000 kilos y una precisión de 2 kilos.

### 4.3.3. Peso y rendimiento de la canal

El sacrificio de los animales se realizó de acuerdo a los procedimientos habituales de la planta faenadora. Culminada la faena se anotó individualmente el peso de cada canal caliente (aproximadamente 30 minutos después del sacrificio), obtenido de las planillas del matadero.

Con estos valores se determinó el rendimiento centesimal de las canales calientes, el que fue calculado tomando como base el peso vivo en el predio (Rinde 1), el peso vivo a la llegada a matadero (Rinde 2) y el peso vivo previo faena (Rinde 3).

### 4.3.4. Presencia de contusiones

Al final de la línea de faena se observó si había presencia de contusiones en las canales de los animales en estudio y se determinó el número, ubicación y grado de ellas de acuerdo a lo señalado en la norma de tipificación (Chile, 1993b).

- Contusiones grado 1: afectan el tejido subcutáneo alcanzando hasta las aponeurosis musculares superficiales externas provocando allí lesiones poco apreciables.
- Contusiones grado 2: involucran tanto al tejido subcutáneo como al tejido muscular, afectándolos en mayor o menor profundidad y extensión.
- Contusiones grado 3: comprometen los tejidos subcutáneo, muscular y óseo; el tejido muscular generalmente aparece friable con gran exudación serosa y normalmente con fractura de los huesos de la zona.

En relación a la ubicación de las contusiones se individualizaron dentro de 5 regiones anatómicas preestablecidas (lomo, costal, abdominal, pierna y paleta) y según esto se anotaron en los registros (figura 1).

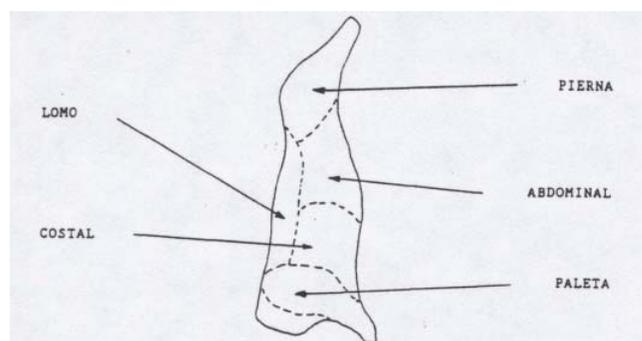


Figura 1. Regiones anatómicas de la canal bovina, utilizadas para la ubicación de las contusiones

En las situaciones en que se observó más de una contusión y de diferente grado, se optó por el criterio de la contusión de mayor magnitud para calificar el grado de contusión de la canal.

#### **4.3.4. Ph y color de la carne**

En las canales frías (24 horas después de permanecer en cámara a 0-4 °C) se midió el pH muscular en la profundidad del músculo *Longissimus thoracis* (entre la novena y décima costilla) en el momento del "cuarteo". En cada canal se realizaron 2 mediciones, para luego obtener un valor promedio de éstas. Para este fin se usó un pHímetro marca Ebro, modelo 1.400, con electrodo para inserción muscular directa.

Junto con la medición del pH se realizó la determinación de color sobre la superficie de corte del músculo *Longissimus thoracis* con un colorímetro HUNTERLAB, que utiliza una escala absoluta de 3 coordenadas que son: L, a, b; para definir la posición del color en un espacio tridimensional y esférico. La coordenada "L" representa la luminosidad o reflectancia L, que es comúnmente utilizada para expresar colores claros; sus valores van de 0 a 100, siendo 0 para el color negro y 100 para el color blanco. La coordenada "a", describe desde el color verde (valores negativos) hasta el color rojo (valores positivos). Por su parte la coordenada "b" representa los colores desde el azul (valores negativos) hasta el amarillo (valores positivos). Antes de leer la muestra el instrumento fue calibrado de acuerdo a las especificaciones del fabricante, y se realizaron 3 mediciones para cada canal, de las cuales el colorímetro entregó un promedio para L, a y b.

Al mismo tiempo en que se realizaban las mediciones de pH y color, se observaba en la superficie de corte del músculo *Longissimus thoracis* si había canales que presentaban a la vista características de "corte oscuro" y se registraba (Palma, 1990).

#### **4.4. ANALISIS DE RESULTADOS**

Una vez que se recolectó la totalidad de los datos se procedió a revisarlos y clasificarlos en planillas electrónicas. Se utilizó estadística descriptiva, mostrando promedios, porcentajes y desviaciones estándares para cada grupo. Para determinar si existían diferencias significativas entre los 2 grupos de tratamiento en cada experimento, se utilizó el programa Epi Info 6, en el que cada grupo fue sometido al test de homogeneidad de la varianza de Bartlett, el que junto con entregar el criterio de distribución normal de las variables determinó la posibilidad de realizar con ellas un ANOVA (test para datos paramétricos) o bien un Kruskal-Wallis (test para datos no paramétricos).

Los resultados se presentan por separado para el experimento 1 y experimento 2.

## 5. RESULTADOS

### 5.1. COMPORTAMIENTO

Se observó en los experimentos 1 y 2, que durante el transporte los animales tendieron a permanecer de pie en los camiones en movimiento; se registraron 3 caídos en el grupo sin abrevaje del experimento 1; 2 en el grupo sin abrevaje del experimento 2 y solamente 1 en el grupo con abrevaje del experimento 2.

Las orientaciones más comúnmente adoptadas por los animales dentro del camión fueron la perpendicular y la paralela a la dirección del movimiento, en tanto que la orientación diagonal fue menos frecuente.

En el experimento 1, durante el descanso y abrevaje de los bovinos posterior a las primeras 24 horas de viaje continuo en camión, se observó que éstos se encontraban tranquilos, y que comenzaron inmediatamente a comer y beber una vez dispuestos los fardos y el agua; en cambio en las últimas horas del abrevaje la mayoría de los animales se encontró echado y rumiando y sólo algunos comiendo o tomando agua. En el experimento 2, los animales también se dispusieron a comer inmediatamente después de descargados, sin embargo sólo algunos tomaron agua durante el período de abrevaje.

## 5.2. PESO VIVO Y DESTARE

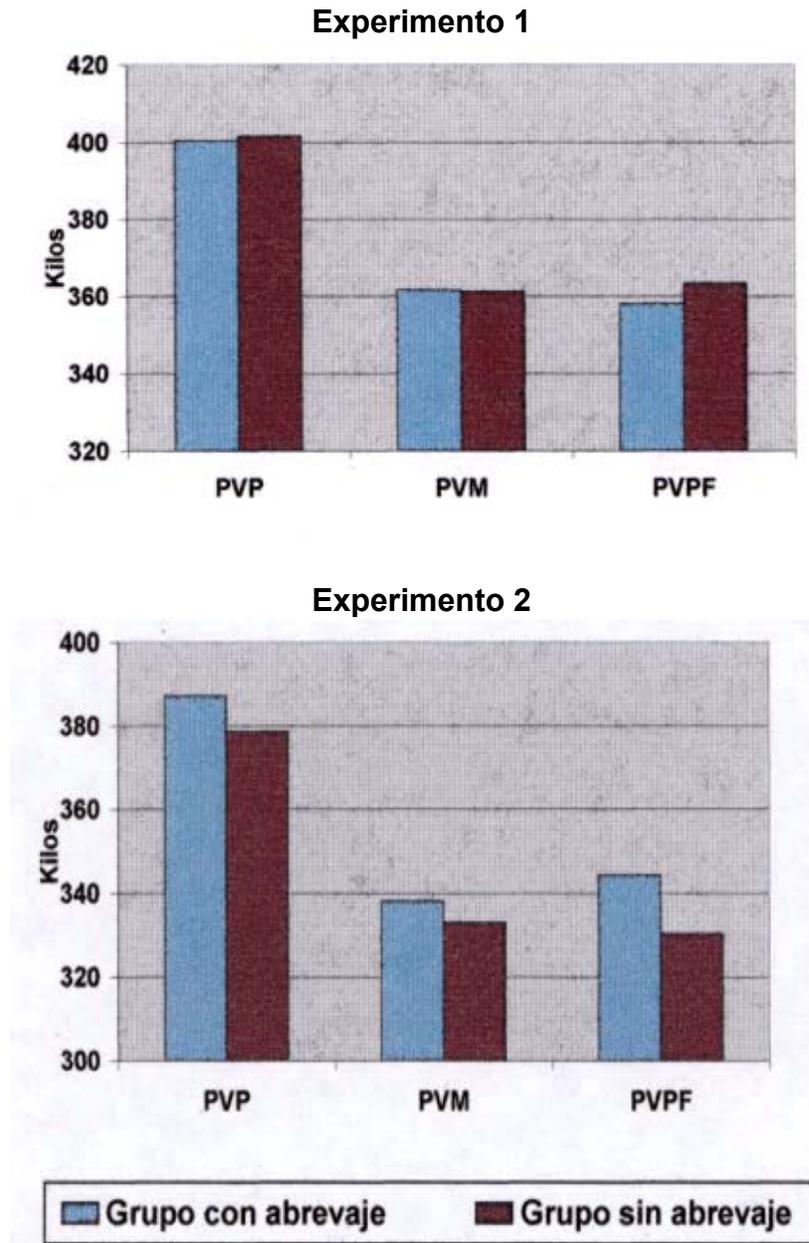
**CUADRO 1.**

Promedios (X) y desviaciones estándar (DE) de los pesos vivos en predio (PVP), a la llegada a matadero (PVM) y previo a la faena (PVPF) de los bovinos sometidos a transporte en camión por 36 horas con y sin abrevaje.

	<b>Grupo con abrevaje</b>		<b>Grupo sin abrevaje</b>	
	<b>(X)</b>	<b>(DE)</b>	<b>(X)</b>	<b>(DE)</b>
<b>Variables</b>	<b>Experimento 1</b>			
<b>PVP (kg)</b>	400.4	27.95	401.6	34.75
<b>PVM (kg)</b>	361.7	27.90	361.2	35.73
<b>PVPF (kg)</b>	358.2	28.24	363.4	34.12
	<b>Experimento 2</b>			
<b>PVP (kg)</b>	387.1	29.32	378.5	30.09
<b>PVM (kg)</b>	338.1	25.42	333.0	27.68
<b>PVPF (kg)</b>	344.3	26.11	330.3	28.53

En el cuadro 1 se aprecia que todos los pesos vivos fueron similares en los dos grupos en estudio ( $p > 0.05$ ) en ambos experimentos (ver también anexo 1a, 1b, 1c, 1 d).

Se observa además que en el experimento 1, el grupo con abrevaje presentó una disminución de peso vivo constante a medida que transcurría el estudio, sin embargo el grupo sin abrevaje tuvo una leve recuperación de peso entre llegada al matadero y momento previo a la faena. Al contrario, en el experimento 2 son los animales sin abrevaje los que tuvieron una disminución de peso constante. En relación a las desviaciones estándar, éstas fueron notoriamente mayores en el grupo sin abrevaje en ambos casos.



**FIGURA 2.**

Promedios de los pesos vivos en predio (PVP), a la llegada a matadero (PVM) y previo a la faena (PVPF) de los bovinos de los experimentos 1 y 2 sometidos a transporte en camión por 36 horas con y sin abrevaje.

## CUADRO 2.

Promedios (X) y desviaciones estándar (DE) de las pérdidas de peso (kg destare) entre pesajes y porcentaje de pérdida de peso entre predio y momento previo a la faena (% pérdida total PVP-PVPF) en los bovinos sometidos a transporte en camión por 36 horas con y sin abrevaje.

Variables	Grupo con abrevaje		Grupo sin abrevaje	
	(X)	(DE)	(X)	(DE)
	<b>Experimento 1</b>			
<b>PVP-PVM (kg)</b>	38.7	10.31	40.5	5.71
<b>PVP-PVPF (kg)</b>	42.2	7.33	38.3	8.16
<b>PVM-PVPF (kg) *</b>	3.5	6.93	-2.2	6.62
<b>% pérdida total PVP-PVPF</b>	10.5	1.91	9.5	2.08
	<b>Experimento 2</b>			
<b>PVP-PVM (kg)</b>	49.0	8.54	45.5	6.59
<b>PVP-PVPF (kg) *</b>	42.8	5.05	48.3	7.03
<b>PVM-PVPF (kg) *</b>	-6.2	6.13	2.8	3.80
<b>% pérdida total PVP-PVPF *</b>	11.1	0.98	12.8	1.79

\*  $p < 0.05$  entre los grupos con y sin abrevaje.

**PVP-PVM:** pérdida de peso entre predio y llegada al matadero.

**PVP-PVPF:** pérdida de peso entre predio y momento previo a la faena.

**PVM-PVPF:** pérdida de peso entre llegada al matadero y momento previo a la faena.

De acuerdo al cuadro 2, en el experimento 1 las pérdidas de peso que se produjeron en el transcurso del estudio fueron similares para ambos grupos, a excepción del período entre llegada a matadero y faena (PVM-PVPF) en que el

grupo con abrevaje perdió en promedio 3.5 kg, en cambio el grupo sin abrevaje ganó en promedio 2.2 kg ( $p < 0.05$ ).

En el experimento 2 hubo mayor diferencia entre los grupos para las variables analizadas. Se produjo una mayor pérdida de peso durante el transporte (PVP-PVM) en el grupo con abrevaje, sin embargo ésta no fue estadísticamente significativa ( $p > 0.05$ ). En las otras variables analizadas las pérdidas de peso fueron mayores para el grupo sin abrevaje, registrándose para todas significancia entre los grupos. Además en este experimento el grupo con abrevaje tuvo en promedio una alza de peso entre llegada a matadero y faena (PVM-PVPF), en cambio el grupo sin abrevaje perdió peso en ese período.

También se aprecia en este cuadro que los animales del experimento 2 tuvieron en general mayores pérdidas de peso promedio comparados con los del experimento 1.

### 5.3. PESO Y RENDIMIENTO DE CANAL

**CUADRO 3.**

Promedios (X) y desviaciones estándar (DE) de los pesos de canal caliente (PCC) y del rendimiento centesimal de canal caliente expresado en base al peso vivo en predio (Rinde 1), en base al peso vivo en matadero (Rinde 2) y en base al peso vivo previo a faena (Rinde 3) de los bovinos sometidos a transporte en camión por 36 horas con y sin abrevaje.

	<b>Grupo con abrevaje</b>		<b>Grupo sin abrevaje</b>	
	<b>(X)</b>	<b>(DE)</b>	<b>(X)</b>	<b>(DE)</b>
<b>Variables</b>	<b>Experimento 1</b>			
<b>PCC (kg)</b>	203.0	17.84	200.6	24.57
<b>Rinde 1 (%)</b>	50.7	2.23	49.8	2.51
<b>Rinde 2 (%)</b>	56.1	1.73	55.5	2.31
<b>Rinde 3 (%) *</b>	56.7	2.14	55.1	2.25
	<b>Experimento 2</b>			
<b>PCC (kg)</b>	197.7	15.31	195.8	19.29
<b>Rinde 1 (%)</b>	51.1	1.17	51.7	1.89
<b>Rinde 2 (%)</b>	58.5	1.00	58.7	1.75
<b>Rinde 3 (%) *</b>	57.4	1.25	59.2	1.62

\*  $p < 0.05$  entre los grupos con y sin abrevaje.

Se puede apreciar en el cuadro 3 que tanto el PCC como los Rindes 1 y 2 evaluados fueron similares en los animales de los grupos con y sin abrevaje en ambos experimentos, sólo se encontró una diferencia estadísticamente significativa

en los dos experimentos en el Rinde 3. En general los rendimientos fueron mayores en ambos grupos, en el experimento 2 que en el 1.

#### 5.4. PRESENCIA DE CONTUSIONES

**CUADRO 4.**

Número (N°) y porcentaje (%) de canales observadas con algún grado de contusión en los bovinos sometidos a transporte en camión por 36 horas con y sin abrevaje.

	<b>Grupo con abrevaje</b>		<b>Grupo sin abrevaje</b>		
	<b>(N°)</b>	<b>(%)</b>	<b>(N°)</b>	<b>(%)</b>	
<b>Canales con contusiones</b>	<b>Experimento 1</b>				
	<b>Grado 1</b>	12	60	9	45
	<b>Grado 2</b>	0	0	3	15
	<b>Experimento 2</b>				
<b>Grado 1</b>	8	40	9	45	

En el cuadro 4 se aprecia que ambos grupos del experimento 1 presentaron un total de 12 canales contusas; sin embargo sólo se presentaron canales con contusiones grado 2 en los animales del grupo sin abrevaje. No se observaron canales con contusiones grado 3.

En tanto en el experimento 2 sólo hubo canales con contusiones grado 1, siendo el número y porcentaje de éstas levemente mayor en los animales del grupo sin abrevaje.

**CUADRO 5.**

Distribución de las contusiones grado 1 (NCG1) y grado 2 (NCG2) en las diferentes zonas anatómicas definidas en la canal, para los bovinos sometidos a transporte en camión por 36 horas con y sin abrevaje.

Zona anatómica	Experimento 1			
	Grupo con abrevaje NCG1	NCG2	Grupo sin abrevaje NCG1	NCG2
<b>Lomo</b>	3	0	3	0
<b>Costal</b>	1	0	7	2
<b>Abdominal</b>	0	0	0	1
<b>Paleta</b>	5	0	4	2
<b>Pierna</b>	10	0	5	1
<b>Total contusiones</b>	19	0	19	6
	Experimento 2			
	Grupo con abrevaje NCG1		Grupo sin abrevaje NCG1	
<b>Lomo</b>	1		2	
<b>Costal</b>	0		2	
<b>Abdominal</b>	0		0	
<b>Paleta</b>	0		5	
<b>Pierna</b>	11		8	
<b>Total contusiones</b>	12		17	

En ambos experimentos, al contabilizar el total de contusiones (cuadro 5), se encontró un mayor número en las canales de los bovinos del tratamiento sin abrevaje (25 y 17) que en aquellas con abrevaje (19 y 12).

En ambos experimentos la zona anatómica en la cual se presentó el menor número de contusiones fue la zona abdominal y el mayor número en la pierna.

En el cuadro 5 se puede apreciar también que en el experimento 1, en el grupo sin abrevaje las contusiones grado 2 se ubicaron en las zonas: costal, abdominal, paleta y pierna. En relación a las contusiones grado 1, en el experimento 1 se encontraron en mayor cantidad en la zona costal de los animales del grupo sin abrevaje; a su vez la zona más afectada en los animales del grupo con abrevaje correspondió a la región de la pierna, al igual que en los animales de ambos grupos del experimento 2.

## 5.5. pH Y COLOR DE LA CANAL FRIA

**CUADRO 6.**

Promedios (X) y desviaciones estándar (DE) del pH y color (L, a, b) del músculo Longissimus thoracis en las canales de bovinos sometidos a transporte en camión por 36 horas con y sin abrevaje.

	<b>Grupo con abrevaje</b>		<b>Grupo sin abrevaje</b>	
	<b>(X)</b>	<b>(DE)</b>	<b>(X)</b>	<b>(DE)</b>
<b>Variables</b>	<b>Experimento 1</b>			
<b>pH</b>	5.8	0.16	5.8	0.34
<b>L</b>	24.0	2.26	23.4	2.32
<b>a</b>	13.7	3.34	13.1	2.39
<b>b</b>	8.0	1.73	8.0	1.56
	<b>Experimento 2</b>			
<b>pH(b)</b>	5.6	0.18	5.7	0.16
<b>L</b>	25.6	2.43	25.6	1.52
<b>a</b>	15.7	1.90	16.1	1.81
<b>b</b>	9.2	1.26	9.8	1.01

De acuerdo al cuadro 6 los valores de pH, L, a y b fueron similares en los animales de ambos grupos ( $p > 0.05$ ).

El pH de ambos grupos en el experimento 2 fue inferior al obtenido por los animales del experimento 1, en cambio las restantes variables analizadas fueron superiores a las registradas en los animales del primer experimento.

En ambos grupos del experimento 1 se presentó un 40% de canales con pH igual o superior a 5.8, en cambio en el experimento 2 sólo hubo 20% de canales del grupo con abrevaje y 35% de canales del grupo sin abrevaje con esta característica (anexos 4a, b, c, d).

Al observar las canales en el matadero se determinó la presencia en el experimento 1 de 3 canales con características de "Corte Oscuro" todas pertenecientes al grupo sin abrevaje; en cambio en el experimento 2 no se presentó esta característica anómala (anexos 4a, b, c, d).

## 6. DISCUSION

### 6.1. COMPORTAMIENTO

Analizar el comportamiento de los bovinos en el transporte proporciona antecedentes de cómo ellos reaccionan al encontrarse en un medio nuevo, a un reagrupamiento social, al confinamiento dentro de un camión; todo ello entrega conocimientos necesarios para mejorar las condiciones en el viaje.

En relación a la orientación más adoptada por los animales dentro del camión, ésta fue paralela y perpendicular a la dirección del movimiento, lo que concuerda con los resultados obtenidos por Warriss (1990), por Tarrant y col (1992), por Knowles y col (1999) y en Chile por Pérez (1999) en transporte de novillos frisonos por 3, 6, 12 y 24 horas. Estas posiciones son adoptadas posiblemente para compensar de una mejor manera el movimiento del vehículo (Warriss, 1990).

Según los resultados obtenidos se apreció también que los bovinos tienden a permanecer de pie durante el transporte, corroborando los resultados de Knowles (1999). Hubo un animal del grupo con abrevaje y tres animales del grupo sin abrevaje caídos en el experimento 1, y dos animales caídos del grupo sin abrevaje en el experimento 2; ello se explicaría porque en los viajes muy extensos los animales se cansan y se echan o se caen, y sugiere que la energía necesaria para mantener el balance puede ser significativa (Warriss, 1990). Al igual que lo visto en este estudio también Knowles y col (1999) señalan que los animales se echan principalmente hacia el final del viaje y en los períodos en que el camión se encuentra detenido; esto se debería probablemente porque toda la energía está dirigida a mantener el equilibrio (Warriss, 1990). Además según Tarrant y col (1988) las pérdidas de balance también se asocian a eventos específicos relacionados con la conducción, como frenadas y virajes. Al revisar los dos experimentos se observa que hubo más animales caídos en los grupos sin abrevaje (5) que en los con abrevaje (1). Lo anterior dice que el transporte continuo prolongado predispone a un mayor cansancio y por consiguiente a un mayor número de animales caídos. De hecho Pérez (1999) no observó animales caídos en transporte de novillos por 3 y 6 horas, y si en aquellos transportados por 12 y 24 horas. Según Tarrant y Grandin (1993) las evidencias en cuanto a la deshidratación y fatiga luego de transporte por 24 horas sugieren que cualquiera prolongación del tiempo de viaje o deterioro de las condiciones del mismo sería perjudicial para el bienestar de los animales.

La densidad de carga utilizada en este estudio está dentro de lo establecido por el reglamento de transporte de ganado bovino (Chile, 1993a), que es 1 m<sup>2</sup> por

500 kg de peso vivo. Esto sin embargo se contrapone a lo propuesto por el Farm Animal Welfare Council (FAWC) que recomienda 360 kg por m<sup>2</sup> como valor máximo de densidad de carga para ganado adulto (Knowles, 1999) y de hecho se observó en estos experimentos poca disponibilidad de espacio para los animales. Este es un punto que debería revisarse en la reglamentación, ya que altas densidades de carga traen consigo muchos inconvenientes: se produce un mayor estrés, un mayor número de contusiones y más animales caídos que en densidades medias y bajas (Tarrant y col, 1992). Además hay inhibición del movimiento e inhabilitación para que los animales adopten la orientación preferida durante el transporte (Tarrant y col, 1988), con la consiguiente mayor predisposición a caídas.

En cuanto al período de descanso y abrevaje al que fueron sometidos la mitad de los bovinos de cada experimento, se apreció que en el experimento 1 los animales luego de descargados se dispusieron a tomar agua rápidamente, en tanto sólo algunos animales del experimento 2 lo hicieron. Esto pudo deberse a una menor facilidad de acceso al agua que tuvieron estos últimos en el lugar en que se realizó el abrevaje, ya que el bebedero era pequeño y se encontraba poco visible. Por lo tanto las condiciones en las cuales se realiza el abrevaje son muy importantes, ya que una distribución inadecuada tanto del alimento como del agua de bebida afectará la recuperación de los animales en este período.

En relación al abrevaje, Alvarado (1999) estudió variables sanguíneas indicadoras de estrés en los bovinos usados en el experimento 1 y observó un incremento significativo de las concentraciones plasmáticas de cortisol, glucosa y CK, así como también una mayor tendencia a movilizar grasas y al daño muscular en los bovinos del grupo sin abrevaje. Lo anterior demuestra que un viaje prolongado es estresante para los animales y que dicho estrés se puede aminorar de cierta manera con un período de descanso y abrevaje, siempre y cuando las condiciones del abrevaje sean adecuadas.

Debido al valor de los antecedentes aportados por el análisis del comportamiento bovino sería interesante profundizar más en estudios sobre este tema en Chile, con el objetivo de mejorar el bienestar animal durante el transporte y disminuir las pérdidas económicas que ello puede ocasionar.

## **6.2. PESO VIVO Y DESTARE**

Los pesos vivos en predio (PVP) de los bovinos utilizados en todos los grupos fueron similares. En general los pesos usados son algo inferiores a los recopilados entre 1965 y 1990 por Porte (1994) para novillos Hereford que por edad se encontraban en la actual categoría V; éste describe pesos vivos con destare entre 370 y 442 kg (cuadro 1). Ello concuerda con la tendencia nacional actual de faenar

los bovinos a pesos menores y con menor cobertura grasa (Gallo y col, 1999), por lo cual los bovinos usados representan pesos comercialmente utilizados.

Según Goodchild (1985) el ganado merma aproximadamente un 5% durante las primeras 5 horas sin alimento y luego, alrededor de un 0.2% por hora; lo que en un transporte de 36 horas más 12 horas de espera en el matadero, equivaldría a un destare total de 13.6%. Este valor resulta superior a los obtenidos por los bovinos de los experimentos 1 (10.5 grupo con abrevaje y 9.5 grupo sin abrevaje) y 2 (11.1% grupo con abrevaje y 12.8% grupo sin abrevaje) (cuadro 2) y concordaría con el hecho que las pérdidas no son siempre lineales en el tiempo (Jones y col, 1988).

Por otra parte, el destare resultó algo superior al encontrado por Amtmann y Ruiz (1986) (para novillos 9.6% y para vacas un 9.3%) y por Carmine (1995) (8.75%) en viajes entre Osorno y Santiago con jornadas de 24 horas promedio, lo que es también 12 horas inferior que en estos experimentos. Recientemente Pérez (1999) obtuvo en novillos transportados 24 horas por camión destares de 10.4% y 11.9% entre la salida del predio y llegada a la planta faenadora para experimentos realizados en otoño-invierno y primavera-verano respectivamente. Estos resultados son similares a los obtenidos en este estudio para ambas épocas (cuadro 2) y reflejan que sobre las 24 horas de viaje las pérdidas por unidad de peso vivo van disminuyendo (no son lineales) concordando con lo señalado por Jones y col (1988). De hecho las mayores pérdidas se observan en las primeras 24 horas de ayuno (Bass y Duganzich, 1980).

En cuanto a la merma de peso vivo que se produjo entre el predio (PVP) y llegada al matadero (PVM), aunque no se encontraron diferencias significativas estadísticamente, se produjeron resultados contradictorios al comparar los grupos con y sin abrevaje en ambos experimentos. Así en el primer experimento fue el grupo sin abrevaje el que tuvo un destare levemente mayor, en cambio en el experimento 2 fue el grupo con abrevaje (cuadro 2). También al comparar los grupos con y sin abrevaje dentro de cada experimento para el destare entre el predio (PVP) y previo a la faena (PVPF), se apreció una diferencia estadísticamente significativa sólo en el experimento 2. El grupo sin abrevaje tuvo una mayor pérdida de peso en este periodo. Este resultado se contrapone a lo obtenido en el experimento 1, en que a pesar de que no hubo diferencia significativa el grupo con abrevaje fue el que sufrió una mayor pérdida de peso (cuadro 2). Estos resultados se explican por el menor consumo de agua que tuvieron el grupo con abrevaje del experimento 1 y el grupo sin abrevaje del experimento 2 durante las 12 horas de espera en el matadero previo a la faena. Estos dos grupos perdieron peso en forma continua durante el estudio, en cambio los bovinos pertenecientes a los otros dos grupos presentaron una leve recuperación de peso en el período de espera previo a la faena (cuadro 1 y 2). Al igual que para el caso del abrevaje, el hecho que algunos grupos hayan bebido agua durante la espera y otros no, se relaciona con la disponibilidad de agua en los corrales del matadero, de más difícil acceso en unos corrales que en otros, y reitera

la importancia de las condiciones del lugar de abrevaje y espera, sobre los resultados de pérdidas cuantitativas.

El destare depende de muchos factores, entre otros el peso vivo al momento de la carga, tipo de alimento consumido, condiciones ambientales y época del año (Gatica, 1993). Ello explicaría en parte el mayor destare entre el predio (PVP) y momento previo a la faena (PVPF) de los bovinos del experimento 2, ya que éstos tenían un peso vivo algo inferior al momento del pesaje inicial y además este experimento se realizó en el mes de diciembre en donde las temperaturas son superiores a las registradas en el mes de junio (experimento 1); debido a ello probablemente los animales del experimento 2 tuvieron una mayor pérdida de peso por deshidratación y transpiración.

### **6.3. PESO Y RENDIMIENTO DE CANAL**

El abrevaje no tuvo un efecto significativo sobre el peso de la canal caliente (PCC) y el rendimiento de la canal, basado en los resultados registrados en los experimentos 1 y 2, ya que no se encontró una diferencia estadísticamente significativa para el peso de canal caliente (PCC) entre los grupos con y sin abrevaje (cuadro 3). Lo anterior confirma que el menor destare entre el predio (PVP) y llegada al matadero (PVM) del grupo con abrevaje del experimento 2 fue debido a un mayor consumo de agua en el período de espera en el matadero; esta agua queda retenida en el sistema gastrointestinal y circulatorio, siendo eliminada en el faenamamiento del animal.

Sin embargo, aunque no ocurrió en este caso, cabe señalar que ayunos entre 24 y 48 horas pueden producir pérdidas de peso de canal (Jones y col, 1988); además Gallo y Gatica (1994) observaron que el rendimiento centesimal se ve afectado tanto en canales calientes como frías desde muy temprano, con una disminución significativa a las 60 horas de ayuno. Por lo anterior no es recomendable transportar bovinos por tiempos muy prolongados, sea con o sin abrevaje, debido a las pérdidas cuantitativas y económicas que puede conllevar el transporte de larga duración y el ayuno concomitante.

En cuanto a los rendimientos centesimales de canal caliente, base predio (Rinde 1) y base matadero (Rinde 2), los valores son similares a los obtenidos por Carmine (1995) quien encontró 51.1% y 56.9% y por Bustos (1997) quien encontró 51.8% y 57.1% respectivamente. Los promedios fueron levemente superiores en el experimento 2 que en el experimento 1. Pérez (1999) obtuvo rendimientos centesimales base predio (Rinde 1) de 51.4%, 52.0%, 52.5% y 51.2% en otoño-invierno y de 52.4%, 52.3%, 52.1% y 52.3% en primavera-verano para novillos transportados por 3, 6, 12 y 24 horas respectivamente. En cuanto a los rendimientos

base matadero (Rinde 2) los promedios encontrados por Pérez (1999) para novillos transportados por 24 horas (57.2% en otoño-invierno y de 59.3% en primavera-verano) son algo superiores a los registrados en este estudio. Esto puede deberse a que los bovinos transportados señalados por Pérez tenían un mayor peso vivo por lo cual perderían menos peso en forma porcentual (cuadro 3) y además eran Frisón Negro y no Hereford.

La diferencia que se presentó en el Rinde 3 entre los grupos con y sin abrevaje se debe en parte a que el grupo sin abrevaje del experimento 1 y el grupo con abrevaje del experimento 2 presentaron una alza promedio del peso vivo en el período de espera en el matadero previo a la faena. Esta no se reflejó en una alza de peso a nivel de la canal, ya que fue debida a una mayor ingesta de agua en este período.

El rinde en base al peso previo a la faena normalmente no se utiliza en la práctica en matadero, por lo tanto los rindes que tienen real importancia son el referido al peso en predio (Rinde 1), que es el valor porcentual de la canal respecto al peso vivo de los bovinos en su lugar de origen; y el referido al peso de llegada a matadero (Rinde 2), y en éstos no se observaron diferencias entre animales con y sin abrevaje.

#### **6.4. PRESENCIA DE CONTUSIONES**

En el presente estudio tanto los grupos con y sin abrevaje del experimento 1, presentaron un alto porcentaje de canales (entre 40% y 60%) con algún grado de contusión (cuadro 4). Este valor es similar al 64.1% obtenido por Matic (1997), en el principal matadero frigorífico de Santiago, correspondiente a bovinos procedentes de todas partes del país. Sin embargo, cabe hacer notar que sólo se presentaron canales con contusiones grado 2 (que comprometen músculo) en el grupo sin abrevaje del experimento 1 y que en general en ambos experimentos hubo más contusiones en los bovinos del grupo sin abrevaje (cuadro 5). Esto es importante por lo citado en la Norma Chilena de Tipificación de Canales Bovinas (Chile, 1993b), ya que según ésta las canales con contusiones grado 2 descienden en una categoría de tipificación y las canales con contusiones de tercer grado se tipifican como N, además justifica al Reglamento de Transporte de Ganado Bovino y Carnes (Chile, 1993a) en relación a que los animales no deben ser transportados por más de 24 horas en forma continua. Esto concuerda también con Pérez (1999) quien encontró que luego de 12 horas continuas de viaje los animales tienden a caerse, por lo tanto aumenta el riesgo de contusiones con un mayor tiempo de transporte, observando además que el grupo de animales transportados por 24 horas en ambas épocas obtuvo el mayor número de contusiones.

En cuanto a la distribución de las contusiones no hubo diferencias entre los grupos con y sin abrevaje del experimento 2, puesto que en ambos la zona anatómica más afectada fue la pierna (cuadro 5); lo que es similar a los resultados encontrados por Gallo y Castro (1995) y Matic (1997). En cambio en el experimento 1 el grupo sin abrevaje tuvo un mayor número de contusiones en la región costal (cuadro 5).

Según los resultados obtenidos en el presente estudio referente a las contusiones se podría deducir que el transporte continuo de bovinos en camión por más de 24 horas sin un período de descanso y abrevaje, es perjudicial desde el punto de vista de presentación de contusiones de mayor grado en las canales, las que pueden generar pérdidas económicas debido a que animales con contusiones grado 2 descienden en una categoría de tipificación. Por lo tanto es justificable al apego a la rigurosidad en el cumplimiento de la normativa presente en el Reglamento General de Transporte de Ganado y Carne Bovina (Chile, 1993a), que los animales deben ser sometidos a períodos de descanso y abrevaje cada 24 horas y por un período de 8 horas. Además de acuerdo a este estudio y otros (Pérez, 1999; Sanhueza, 1999) sería muy beneficioso tanto por el bienestar del animal como de la industria ganadera acortar los tiempos de transporte máximo a menos de 24 horas, para lo cual los animales deberían faenarse en las plantas ubicadas cerca del lugar de origen de los animales y distribuir la carne enfriada o congelada (Warriss, 1996).

## **6.5. pH y COLOR DE LA CANAL FRIA**

De la calidad de la carne depende en gran medida la duración del envasado al vacío y de los productos elaborados a partir de dicha carne, siendo el pH el que desempeña un papel fundamental. Según Wirth (1987) de acuerdo al pH existente en la carne fresca, la capacidad de almacenamiento varía y la carne con un pH entre 5.3 y 5.6 es la que permite el almacenamiento más prolongado; hasta un pH de aproximadamente de 5.8 la capacidad de almacenamiento se considera relativamente buena.

Si bien en este rango se encontraron ambos promedios en las canales de los animales del experimento 2, en el caso de los animales del experimento 1 el promedio en ambos grupos estuvo en 5.8, es decir en el límite de lo aceptable. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Sanhueza (1999), quien encontró un promedio de pH de 5.79, en novillitos transportados por 24 horas continuas, frente a valores normales en aquellos transportados por 3, 6 y 12 horas en un experimento, en tanto en otro el pH resultó mayor en los transportados por 3 horas. Por lo tanto no es sólo el tiempo de transporte sino que el tiempo interactúa con otras condiciones.

Los resultados se explican porque animales que son sometidos por mucho tiempo a un estrés físico y falta de alimento ante mortem gastan más sus reservas energéticas, disminuyendo los niveles de glucógeno muscular y hepático, impidiendo que se produzca la caída normal del pH post mortem en el tejido muscular (Ashmore y col, 1971; Wythes y col, 1981; Wirth, 1987). Asimismo Shorthose (1980) determinó que la incidencia de altos valores de pH incrementa con el mayor tiempo que pasa de la salida del predio al matadero.

Según Shorthose (1982) factores como el clima, especialmente el frío acompañado de lluvias y vientos, inciden también sobre la calidad de la carne; además Furnival y col. (1977), demostraron que las bajas temperaturas nocturnas podían aumentar el pH de la carne en los corderos. Esto podría explicar los mayores valores promedio de pH encontrados en las canales de los bovinos del experimento 1 (cuadro 6), ya que éstos se sometieron a transporte en el mes de Junio, período en que las condiciones climáticas son más frías y lluviosas.

De los caracteres que influyen la apariencia de la carne, el color es otro de los más importantes (Narbona, 1995). La carne muy oscura es asociada con animales viejos y por otra parte la carne muy pálida tiene una apariencia parda poco atractiva y la gente tiende a pensar que esta carne es deficitaria en sabor. Según Warriss (1996) a medida que aumenta el pH de la carne ésta tiende a tener una coloración más oscura, Esto se observó también en este estudio, ya que las canales de ambos grupos del experimento 1 tuvieron un menor valor promedio de la coordenada L, lo que se asoció con su mayor pH (cuadro 6) incluso se encontró presencia de tres canales con Corte Oscuro a la vista en los bovinos del grupo sin abrevaje del experimento 1. Debido a que la única variable diferencial entre los grupos en estudio de ambos experimentos fue el abrevaje, se podría decir que el no proporcionarles descanso a los animales después de 24 horas de viaje continuo predispuso en cierta medida a una mayor aparición de Corte Oscuro.

Se observó además en este estudio promedios inferiores para L que los obtenidos por Sanhueza (1999) en un transporte de bovinos por 24 horas en el período de otoño-invierno. El valor de L disminuye al oscurecerse la carne, lo cual concuerda con Warriss (1996), quien dice que a medida que la carne es más oscura el valor de L disminuye y los de a y b se incrementan, por lo tanto a mayor tiempo de transporte se produce un oscurecimiento de la carne. De esto se deduce que el factor que tendría una mayor incidencia en el pH y color de la carne sería el tiempo de transporte al que son sometidos los animales. Lo anterior parece más importante que someterlos o no a un descanso posterior a 24 horas de transporte continuo.

Consecuentemente sería una medida adecuada para que la calidad de la carne no se vea afectada, el beneficiar los animales cerca de los centros de producción de ganado bovino, con el fin de disminuir el tiempo durante el cual el ganado es transportado y mantenido en ayuno.

Aunque según este estudio el descanso luego del transporte prolongado tuvo un efecto positivo sólo en términos de reducir las caídas de los animales y disminuir la presentación de contusiones, es importante destacar que parecen fundamentales las condiciones en las cuales se lleva a cabo el descanso, ya que una disposición inadecuada del agua o del alimento repercute en la recuperación de los animales.

## CONCLUSIONES

- El abrevaje en bovinos transportados por 36 horas en camión no tuvo efecto sobre el peso vivo, el peso y rendimiento centesimal de las canales en base al peso vivo en predio y en matadero.
- Los animales sometidos a abrevaje presentaron contusiones de menor grado y en menor número que los no sometidos a abrevaje.
- Los bovinos transportados por 36 horas y sometidos a abrevaje, presentaron menos caídas durante el viaje que los no sometidos a abrevaje.
- El promedio de pH y color de carne post mortem no se vieron influenciados por el abrevaje en los bovinos transportados por 36 horas en camión, aunque se presentaron cortes oscuro a la vista sólo en el grupo sin abrevaje.
- El transporte prolongado de bovinos en camión resultó perjudicial, tanto desde el punto de vista cuantitativo como cualitativo de la canal, independiente si los bovinos fueron sometidos o no a abrevaje.

## 7. BIBLIOGRAFIA

**ALVARADO, M.A.** 1999. Análisis de las concentraciones sanguíneas de algunas variables indicadoras de estrés por transporte, en bovinos. Tesis. M.V. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias. Valdivia, Chile.

**AMTMANN, G., RUIZ, M.** 1986. Situación del transporte de ganado bovino en el país. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias, Centro Tecnológico de la Carne. Informativo sobre Carne y Productos Cárneos, 15: 28-41.

**ASHMORE, C.R., L. DOERR, G. FOSTER, F. CARROLL.** 1971. Respiration of mitochondria isolated from dark-cutting beef. J. Anim. Sci., 33: 574-577.

**ASHMORE, C. R., W. PARKER, L. DOERR.** 1972. Respiration of mitochondria isolated from dark-cutting beef: postmortem changes. J. Anim. Sci., 34: 46-48.

**BASS, J.J., D.M. DUGANZICH.** 1980. A note on the effect of starvation on the bovine alimentary tract and its contents. Anim. Prod., 31: 111-113.

**BUSTOS, V.** 1997. Efecto de la administración de 9-Fluoroprednisolona en el destare, rendimiento y pH de la canal de bovinos sometidos a transporte prolongado. Tesis, M.V. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias. Valdivia, Chile.

**CARMINE, X.** 1995. Análisis del tiempo de transporte y espera, destare y rendimiento de la canal de bovinos transportados desde Osorno a Santiago. Tesis. M.V. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias. Valdivia, Chile.

**CARR, T.R., D.M. ALLEN, P. PHAR.** 1971. Effect of preslaughter fasting on bovine carcass yield and quality. J. Anim. Sci., 32: 870-873.

**CASTRO, E.I.** 1993. Contusiones en canales bovinas y su relación con el pH final de la carne. Tesis, M.V. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias. Valdivia, Chile.

**COLE, N.A., T.H. CAMP, L.D. ROWE, D.G. STEVENS, D.P. HUTCHESON.** 1988. Effect of transport on feeder calves. Am. J. Vet. Res., 49: 178-183.

**CHILE**, 1993a. Reglamento general de transporte de ganado y carne bovina. Ministerio de Agricultura. Decreto N° 240. Publicado en Diario Oficial del 26 de Octubre de 1993.

**CHILE**, 1993b. **INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION (I.N.N.)**. Norma Chilena de Tipificación de Canales Bovinas. NCH. 1306. Of 93.

**CHILE**, 1994. **INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION (INN)**. Norma Chilena de Clasificación de Canales Bovinas. NCH. 1423. Of 94.

**CHILE**, 1997a. **INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS**. VI Censo Nacional Agropecuario.

**CHILE**, 1997b. **INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS**. Estadísticas Agropecuarias.

**FORREST,C.J., E.D. ABERLE, H.B. HENDRICK, M.D. JUDGE, R.A. MERKEL.** 1979. Fundamentos de la ciencia de la carne. Ed. Acribia, *Zaragoza*.

**FURNIVAL, E.P., J.L. CORBETT, W.R. SHORTHOSE.** 1977. Meat properties of lambs grown to 32 kg at various rates on phalaris or Lucerne pastures and apparent effect of preslaughter ambient temperature. *J. Agric. Sci Camb.*, 88: 207-216.

**GATICA, M.C.** 1993. Efecto del tiempo de ayuno sobre características físicas de órganos internos y de la canal de bovinos. Tesis, Medicina Veterinaria. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias. Valdivia, Chile.

**GALLO, C.** 1994. Efecto del manejo pre y pos faenamiento en la calidad de la carne. Serie Simposios y Compendio de la Sociedad Chilena de Producción Animal. **SOCHIPA A. G.**, 2: 27-47.

**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., E. CASTRO.** 1995. Contusiones en canales bovinas y su relación con el pH de la carne. En revista Agrociencia (N° extraordinario: Resúmenes IX Congreso Nacional de Medicina Veterinaria). Chillán, Chile. Pp 127 (P-66).

**GALLO, C., M. CARO, C. VILLARROEL, P. ARAYA.** 1999. Características de los bovinos faenados en la Décima Región (Chile) según en las pautas indicadas en las normales oficiales de clasificación y tipificación. *Arch. Med. Vet.*, 1. 81-88.

**GODOY, M., H. FERNANDEZ; M. MORALES; L JABANA, C. SEPULVEDA.** 1986. Contusiones en canales bovinas, incidencia y riesgo potencial. *Avances Cs. Vet*, 1: 22-25.

**GODOY, M., E. PORTE; G. MASTRALORENZO.** 1989. Clasificación de la calidad de las canales bovinas en mataderos y frigoríficos en base a la determinación directa de pH. *Av. Prod. Anim.*, 1-2: 153-159.

**GOODCHILD, A.V.** 1985. Gut fill in cattle: effect of pasture quality on fasting losses. *Anim. Prod.*, 40: 455-464.

**HOFMANN, K.** 1988. El pH, una característica de la calidad de la carne. *Fleischwirtsch, español.*, 1: 13-18.

**HOOD, D.E., P.V. TARRANT.** 1980. The problem of dark-cutting in beef. Martinus Nijhoff. The Hague.

**HUGHES, J.G.** 1976. Short-term variation in animal live weight and reduction of its effects on weighing. *ABA.*, 44: 111-118.

**JONES, S., A. SHAEFER; A. TONG; B. VINCENT.** 1988. The effects of fasting and transportation on beef cattle. *Livestock Prod. Sci.*, 20: 25-35.

**KAUFLIN, V.R., D.J. PATTERSON, D.M. DUGANZICH.** 1969. Effect of preslaughter feeding regime on beef carcass characteristics. Mo. Agric. Exp. Stn. Res. Bull. N° 953. Citado por: **JONES, S.D., A.L. SCHAEFER, A.K.W. TONG, B.C. VINCENT.** 1988. The effects of fasting and transportation on beef cattle. 2. Quality. *Livestock Prod. Sci.*, 20: 25-35.

**KIRTON, A.H., J.N. CLARKE, A.H. CARTER.** 1967. Effect of preslaughter fasting on liveweight, carcass weight, and carcass composition of Southdown ram lambs. *New Zealand J. Agr. Res.*, 10: 43-45.

**KIRTON, A.H., A.R. QUATERMAIN, A.E. ULJEE, W.A. CÁRTER, F.S. PICKERING.** 1968. Effect of 1 and 2 days ante mortem fasting on liveweight and carcass losses in lambs. *New Zealand J. Agr. Res.*, 11: 891-902.

**KIRTON, A.H., D.J. PATERSON, D.M. DUGANZICH.** 1972. Effect of preslaughter starvation in cattle. *J. Anim. Sci.*, 34: 555-559.

**KNOWLES, T.G.** 1999. A review of the road transport of cattle. *Veterinary Record*, 144: 197-201.

**KNOWLES, T.G., P.D. WARRISS, S.N. BROWN, J.E. EDWARDS.** 1999. Effects on cattle of transportation by road for up to 31 hours. *Veterinary Record*, 145: 575-582.

**LAWRIE, R.** 1966. Ciencia de la carne. Acribia. Zaragoza.

**MATIC, M.A.** 1997. Contusiones en canales bovinas y su relación con el transporte. Tesis. Medicina Veterinaria. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias. Valdivia, Chile.

**NARBONA, C.A.** 1995. Estudio sobre la conducta del consumidor y sus cambios como consecuencia de la aplicación de la tipificación de carne bovina: discriminación, por calidad. Tesis Ing. Alim. Universidad Austral de Chile. Escuela de Ingeniería en Alimentos. Valdivia, Chile.

**NORMAN, G.A.** 1978. pH, carne bovina ennegrecida; PSE e encurtamiento pelo frio. En: Curso internacional sobre tecnología da carne, Campiñas. Brazil. Pp. 11. 1-30.

**PALMA, V.O.** 1990. Estudio de factores condicionantes de carnes de Corte Oscuro (D.F.D.) en bovinos. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Austral de Chile.

**PALMA, V.O., C.B. GALLO.** 1991. Identificación de factores condicionantes de carnes de corte oscuro (DFD) en bovinos. XVI Reunión Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal. SOCHIPA, Valdivia 24-26 de octubre.

**PELLEGRINO, J.** 1985. Negligencia en el manejo y transporte de ganado implicancia de profundo alcance. La educación factor fundamental. Fundamentos sobre clasificación y tipificación de carnes. Seminario Nacional Clasificación y Tipificación de Carnes. Ministerio de Agricultura. Chile. Pp 82-87.

**PÉREZ, S.L.** 1999. Evaluación del efecto de 3, 6, 12 y 24 horas de transporte sobre el peso vivo y de la canal, frecuencia de contusiones y comportamiento en novillos. Tesis M.V. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias. Valdivia, Chile.

**PORTE, E.** 1994. Producción de carne bovina. Editorial Universitaria, cuarta edición. Santiago, Chile.

**PRICE, M.A.** 1981. Shrinkage in beef cattle. The 60<sup>\*1</sup> Annual Feeders Day Report, University of Alberta, pp. 50-52. Citado por: **JONES, S.D.M., A.L. SCHAEFER, A.K.W. TONG, B.C. VINCENT.** 1988. The effects of fasting and transportation on beef cattle. 2. Quality. *Livestock Prod. Sci.*, 20: 25-35.

**SANHUEZA C.A.** 1999. Efectos del tiempo de transporte sobre algunas características de la carne en novillos. Tesis. M.V. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias. Valdivia, Chile.

**SANZ EGAÑA, C.** 1967. Enciclopedia de la carne. Espasa-Calpe, 2ª edición. Madrid, España.

**SHORTHOSE, W.R.** 1980. Factors affecting the incidence of dark cutting meat. III Simposio nacional de ciencia y tecnología de carnes. Buenos Aires. Citado por: **WYTHES, J.R., R.J. ARTHUR, P. THOMPSON, G. WILLIAMS, J. BOND.** 1981. Effect of transporting cows various distances on liveweight, carcass traits and muscle pH. *Aust J. Exp. Agric. Anim. Husb.*, 21; 557-561.

**SHORTHOSE, W.R.** 1982. Simposio Nacional de Ciencia y Tecnología de la Carne. Buenos Aires. Argentina. *Fleischwirtsch, español.*, 2: 50-57.

**SMITH, R.J., P.J. NICHOLLS, J.M. THOMSON, D.M. RYON.** 1982. Effects of fasting and transport on liveweight loss and the prediction of hot carcass weight of cattle. *Aust J. Exp. Agr. Anim. Husb.*, 22: 4-8.

**TARRANT, V., F.J. KENNY, D. HARRINGTON.** 1988. The effect of stocking density during 4 hours transport to slaughter, on behaviour, blood constituents and carcass bruising in Friesian steers. *Meat Science*, 24: 209-222.

**TARRANT, P.V., F.J. KENNY, D. HARRINGTON, M. MURPHY.** 1992. Long distance transport of steers to slaughter: effect of stocking density on physiology, behaviour and carcass quality. *Livestock Prod Sci*, 30: 223-238.

**TARRANT, V., T. GRANDIN.** 1993. Cattle transport. En: Livestock handling and transport. Pp: 109-126. CAB Int., U. K.

**WARRISS, P.D.** 1990. The handling of cattle pre-slaughter and its effects on carcass and meat quality. *Applied Animal Behaviour Science*, 28:171-186.

**WARRISS, P.D.** 1996. Instrumental measurement of colour. En: ***Meat quality and meat packaging***. Ed. by Taylor, S; Raimundo, A; Severini, M and Smulders, J.M.:221-230.

**WIRTH, F.** 1987. Tecnología para la transformación de carne de calidad anormal. *Fleischwirtsch, español.*, 1: 22-28.

**WYTHES, J.R., R.J. ARTHUR, J.M. THOMPSON, G.E. WILLIAMS, J.H. BOND.** 1981. Effect of transporting cows various distances on liveweight, carcass traits and muscle pH. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.*, 21. 557-561.

**YEH, E., B. ANDERSON, P. JONES, F. SHAW.** 1978. Bruising in cattle transported over long distances. *Vet. Rec.*, 103: 117-119.

## 8. ANEXOS

### ANEXO 1a

Pesos vivos, porcentaje de pérdida de peso entre el predio y momento previo a la faena y diferencias de peso en las diferentes etapas del estudio de los animales del experimento 1 sometidos a transporte en camión por 36 horas con abrevaje.

N° Animal	PVP	PVM	PVPF	% PVP-PVPF	PVP-PVM	PVP-PVPF	PVM-PVPF
22	387	346	335	13.44	41	52	11
21	387	331	330	14.73	56	57	1
23	411	360	365	11.19	51	46	-5
28	395	345	350	11.39	50	45	-5
27	367	328	322	12.26	39	45	6
29	360	322	327	9.17	38	33	-5
24	376	350	340	9.57	26	36	10
25	372	346	340	8.60	26	32	6
26	355	320	315	11.27	35	40	5
30	375	335	330	12.00	40	45	5
31	430	396	400	6.98	34	30	-4
37	420	367	377	10.24	53	43	-10
40	400	377	367	8.25	23	33	10
33	416	373	370	11.06	43	46	3
35	440	411	405	7.95	29	35	6
32	415	380	370	10.84	35	45	10
38	420	395	380	9.52	25	40	15
34	416	383	375	9.86	33	41	8
39	460	405	410	10.87	55	50	-5
36	405	363	355	12.35	42	50	8
<b>PROMEDIO</b>	<b>400.4</b>	<b>361.7</b>	<b>358.2</b>	<b>10.60</b>	<b>38.7</b>	<b>42.2</b>	<b>3.5</b>
<b>D.E.</b>	<b>27.95</b>	<b>27.90</b>	<b>28.24</b>	<b>1.91</b>	<b>10.31</b>	<b>7.33</b>	<b>6.93</b>

### ANEXO 1b

Pesos vivos, porcentaje de pérdida de peso entre el predio y momento previo a la faena y diferencias de peso en las diferentes etapas del estudio de los animales del experimento 1 sometidos a transporte en camión por 36 horas sin abrevaje.

N° Animal	PVP	PVM	PVPF	% PVP-PVPF	PVP-PVM	PVP-PVPF	PVM-PVPF
04	407	360	362	11.06	47	45	-2
02	360	315	317	11.94	45	43	-2
03	365	320	329	9.86	45	36	-9
09	368	320	315	14.40	48	53	5
10	350	315	328	6.29	35	22	-13
07	384	343	350	8.85	41	34	-7
01	370	332	334	9.73	38	36	-2
05	402	356	355	11.69	46	47	1
06	384	347	345	10.16	37	39	2
08	350	308	314	10.29	42	36	-6
16	445	398	402	9.66	47	43	-4
12	430	390	385	10.47	40	45	5
19	455	420	410	9.89	35	45	10
18	435	386	386	11.26	49	49	0
20	422	385	400	5.21	37	22	-15
11	400	372	365	8.75	28	35	7
14	420	388	385	8.33	32	35	3
15	445	408	410	7.87	37	35	-2
13	450	410	415	7.78	40	35	-5
17	390	350	360	7.69	40	30	-10
<b>PROMEDIO</b>	<b>401.6</b>	<b>361.2</b>	<b>363.4</b>	<b>9.56</b>	<b>40.5</b>	<b>38.3</b>	<b>-2.2</b>
<b>D.E.</b>	<b>34.75</b>	<b>35.73</b>	<b>34.12</b>	<b>2.08</b>	<b>5.71</b>	<b>8.16</b>	<b>6.62</b>

### ANEXO 1c

Pesos vivos, porcentaje de pérdida de peso entre el predio y momento previo a la faena y diferencias de peso en las diferentes etapas del estudio de los animales del experimento 2 sometidos a transporte en camión por 36 horas con abrevaje.

N° Animal	PVP	PVM	PVPF	% PVP-PVPF	PVP- PVM	PVP- PVPF	PVM- PVPF
18	360	325	325	9.72	35	35	0
17	375	325	335	10.67	50	40	-10
11	380	337	335	11.84	43	45	2
15	385	345	342	11.17	40	43	3
2	382	335	335	12.30	47	47	0
16	360	325	322	10.56	35	38	3
10	350	300	305	12.86	50	45	-5
4	360	315	327	9.17	45	33	-12
9	375	330	332	11.47	45	43	-2
6	367	327	331	9.81	40	36	-4
8	390	342	347	11.03	48	43	-5
1	370	312	327	11.62	58	43	-15
5	460	397	405	11.96	63	55	-8
20	385	337	342	11.17	48	43	-5
19	450	390	402	10.67	60	48	-12
7	390	327	345	11.54	63	45	-18
14	435	385	390	10.34	50	45	-5
12	390	332	345	11.54	58	45	-13
13	395	350	357	9.62	45	38	-7
3	382	325	336	12.04	57	46	-11
<b>PROMEDIO</b>	<b>387.1</b>	<b>338.1</b>	<b>344.3</b>	<b>11.05</b>	<b>49</b>	<b>42.8</b>	<b>-6.2</b>
<b>D.E.</b>	<b>29.32</b>	<b>25.42</b>	<b>26.11</b>	<b>0.98</b>	<b>8.54</b>	<b>5.05</b>	<b>6.13</b>

### ANEXO 1d

Pesos vivos, porcentaje de pérdida de peso entre el predio y momento previo a la faena y diferencias de peso en las diferentes etapas del estudio de los bovinos del experimento 2 sometidos a transporte en camión por 36 horas sin abrevaje.

N° Animal	PVP	PVM	PVPF	% PVP-PVPF	PVP-PVM	PVP-PVPF	PVM-PVPF
34	370	327	325	12.16	43	45	2
31	340	300	300	11.76	40	40	0
24	340	300	305	10.29	40	35	-5
27	395	340	340	13.92	55	55	0
33	330	287	283	14.24	43	47	4
28	365	320	315	13.70	45	50	5
23	340	292	286	15.88	48	54	6
25	385	342	335	12.99	43	50	7
22	365	325	316	13.42	40	49	9
26	345	300	297	13.91	45	48	3
32	395	355	347	12.15	40	48	8
37	375	330	325	13.33	45	50	5
40	435	385	385	11.49	50	50	0
39	400	360	360	10.00	40	40	0
38	415	367	367	11.57	48	48	0
21	410	355	357	12.93	55	53	-2
36	360	325	318	11.67	35	42	7
35	390	330	327	16.15	60	63	3
30	415	360	355	14.46	55	60	5
29	400	360	362	9.50	40	38	-2
<b>PROMEDIO</b>	<b>378.5</b>	<b>333</b>	<b>330.3</b>	<b>12.78</b>	<b>45.5</b>	<b>48.25</b>	<b>2.75</b>
<b>D.E.</b>	<b>30.09</b>	<b>27.68</b>	<b>28.53</b>	<b>1.79</b>	<b>6.59</b>	<b>7.03</b>	<b>3.80</b>

**PVP:** peso vivo en el predio.

**PVM:** peso vivo a la llegada al matadero.

**PVPF:** peso vivo previo a la faena.

**% PVP-PVPF:** porcentaje de pérdida de peso entre el predio y momento previo a la faena.

**PVP-PVM:** diferencia de peso entre el predio y llegada al matadero.

**PVP-PVPF:** pérdida de peso entre el predio y momento previo a la faena.

**PVM-PVPF:** diferencia de peso entre llegada a matadero y momento previo a la faena.

## ANEXO 2a

Pesos de canal caliente (PCC) y rendimiento centesimal de canal caliente expresado en base al PVP (Rinde 1), en base al PVM (Rinde 2) y en base al PVPF (Rinde 3), de los bovinos del experimento 1 sometidos a transporte por 36 horas en camión con abrevaje.

<b>N° Animal</b>	<b>N° Canal</b>	<b>PCC</b>	<b>Rinde 1</b>	<b>Rinde 2</b>	<b>Rinde 3</b>
22	2066	201.8	52.14	58.32	60.24
21	2067	177.4	45.84	53.60	53.76
23	2068	191.8	46.67	53.28	52.55
28	2069	192.4	48.71	55.77	54.97
27	2070	185.2	50.46	56.46	57.52
29	2071	183.2	50.89	56.89	56.02
24	2072	197.8	52.61	56.51	58.18
25	2073	188.8	50.75	54.57	55.53
26	2074	176.6	49.75	55.19	56.06
30	2075	190.2	50.72	56.78	57.64
31	2076	213.4	49.63	53.89	53.35
37	2077	210.4	50.10	57.33	55.81
40	2078	222.6	55.65	59.05	60.65
33	2079	209.4	50.34	56.14	56.59
35	2080	234.8	53.36	57.13	57.98
32	2081	204.6	49.30	53.84	55.30
38	2082	216.8	51.62	54.89	57.05
34	2083	222.0	53.37	57.96	59.20
39	2084	237.6	51.65	58.67	57.95
36	2085	203.6	50.27	56.09	57.35
<b>PROMEDIO</b>		<b>203.02</b>	<b>50.69</b>	<b>56.12</b>	<b>56.68</b>
<b>D.E.</b>		<b>17.84</b>	<b>2.23</b>	<b>1.73</b>	<b>2.14</b>

## ANEXO 2b

Pesos de canal caliente (PCC) y rendimiento centesimal de canal caliente expresado en base al PVP (Rinde 1), en base al PVM (Rinde 2) y en base al PVPF (Rinde 3), de los bovinos del experimento 1 sometidos a transporte por 36 horas en camión sin abrevaje.

<b>N° Animal</b>	<b>N° Canal</b>	<b>PCC</b>	<b>Rinde 1</b>	<b>Rinde 2</b>	<b>Rinde 3</b>
04	1994	185.80	45.65	51.61	51.33
02	1995	172.80	48.00	54.86	54.51
03	1996	181.40	49.70	56.69	55.14
09	1997	174.60	47.45	54.56	55.43
10	1998	165.40	47.26	52.51	50.43
07	1999	185.80	48.39	54.17	53.09
01	2000	168.00	45.41	50.60	50.30
05	2001	193.80	48.21	54.44	54.59
06	2002	193.00	50.26	55.62	55.94
08	2003	172.40	49.26	55.97	54.90
16	2004	239.80	53.89	60.25	59.65
12	2005	221.20	51.44	56.72	57.45
19	2006	235.80	51.82	56.14	57.51
18	2007	220.60	50.71	57.15	57.15
20	2008	228.00	54.03	59.22	57.00
11	2009	204.20	51.05	54.89	55.95
14	2010	212.80	50.67	54.85	55.27
15	2011	230.80	51.87	56.57	56.29
13	2012	224.80	49.96	54.83	54.17
17	2013	201.20	51.59	57.49	55.89
<b>PROMEDIO</b>		<b>200.61</b>	<b>49.83</b>	<b>55.46</b>	<b>55.10</b>
<b>D.E.</b>		<b>24.57</b>	<b>2.39</b>	<b>2.31</b>	<b>2.39</b>

### ANEXO 2c

Pesos de canal caliente (PCC) y rendimiento centesimal de canal caliente expresado en base al PVP (Rinde 1), en base al PVM (Rinde 2) y en base al PVPF (Rinde 3), de los bovinos del experimento 2 sometidos a transporte por 36 horas en camión con abrevaje.

<b>N° Animal</b>	<b>N° Canal</b>	<b>PCC</b>	<b>Rinde 1</b>	<b>Rinde 2</b>	<b>Rinde 3</b>
18	2007	182.40	50.67	56.12	56.12
17	2008	194.60	51.89	59.88	58.09
11	2009	198.40	52.21	58.87	59.22
15	2010	200.00	51.95	57.97	58.48
2	2011	195.40	51.15	58.33	58.33
16	2012	191.40	53.17	58.89	59.44
10	2013	176.20	50.34	58.73	57.77
4	2014	181.60	50.44	57.65	55.54
9	2015	193.00	51.47	58.48	58.13
6	2016	193.60	52.75	59.20	58.49
8	1997	199.40	51.13	58.30	57.46
1	1998	183.80	49.68	58.91	56.21
5	1999	233.60	50.78	58.84	57.68
20	2000	197.00	51.17	58.46	57.60
19	2001	227.40	50.53	58.31	56.57
7	2002	198.80	50.97	60.80	57.62
14	2003	226.20	52.00	58.75	58.00
12	2004	187.60	48.10	56.51	54.38
13	2005	204.60	51.80	58.46	57.31
3	2006	189.40	49.58	58.28	56.37
<b>PROMEDIO</b>		<b>197.72</b>	<b>51.09</b>	<b>58.49</b>	<b>57.44</b>
<b>D.E.</b>		<b>15.31</b>	<b>1.17</b>	<b>1.00</b>	<b>1.25</b>

### ANEXO 2d

Pesos de canal caliente (PCC) y rendimiento centesimal de canal caliente expresado en base al PVP (Rinde 1), en base al PVM (Rinde 2) y en base al PVPF (Rinde 3), de los bovinos del experimento 2 sometidos a transporte por 36 horas en camión sin abrevaje.

N° Animal	N° Canal	PCC	Rinde 1	Rinde 2	Rinde 3
34	1904	189.80	51.30	58.04	58.40
31	1905	172.40	50.71	57.47	57.47
24	1906	179.20	52.71	59.73	58.75
27	1907	205.00	51.90	60.29	60.29
33	1908	166.60	50.48	58.05	58.87
28	1909	195.40	53.53	61.06	62.03
23	1910	156.60	46.06	53.63	54.76
25	1911	195.00	50.65	57.02	58.21
22	1912	183.80	50.36	56.55	58.16
26	1913	174.60	50.61	58.20	58.79
32	1894	211.80	53.62	59.66	61.04
37	1895	191.60	51.09	58.06	58.95
40	1896	225.60	51.86	58.60	58.60
39	1897	210.40	52.60	58.44	58.44
38	1898	221.00	53.25	60.22	60.22
21	1899	210.40	51.32	59.27	58.94
36	1900	195.00	54.17	60.00	61.32
35	1901	197.40	50.62	59.82	60.37
30	1902	214.20	51.61	59.50	60.34
29	1903	219.80	54.95	61.06	60.72
<b>PROMEDIO</b>		<b>195.78</b>	<b>51.67</b>	<b>58.73</b>	<b>59.23</b>
<b>D.E.</b>		<b>19.29</b>	<b>1.89</b>	<b>1.75</b>	<b>1.62</b>

### ANEXO 3a

Número de contusiones grado 1 y su distribución en las diferentes zonas anatómicas definidas en la canal para los bovinos del experimento 1 sometidos a transporte en camión por 36 horas con abrevaje.

Canal N°	CG1 Paleta	CG1 Lomo	CG1 Costal	CG1 Abdominal	CG1 Pierna	Total CG1
2066	1					1
2067					1	1
2068	1	1			2	4
2069					1	1
2070						0
2071						0
2072						0
2073						0
2074	1	1			1	3
2075						0
2076	1				1	2
2077		1				1
2078						0
2079						0
2080					1	1
2081					1	1
2082						0
2083			1		1	2
2084					1	1
2085	1					1
<b>Total contusiones</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>19</b>

**CG1:** contusión grado 1.

**ANEXO 3b**

Número de contusiones grado 1 y 2, y su distribución en las diferentes zonas anatómicas definidas en la canal para los bovinos del experimento 1 sometidos a transporte en camión por 36 horas sin abrevaje.

Canal N°	CG1 Palet	CG1 Lom	CG1 Cost	CG1 Abdomin	CG1 Piern	Total CG1	CG2 Paleta	CG2 Lomo	CG2 Costal	CG2 Abdomin	CG2 Pierna	Total CG2	Total contusiones
1994			2			2			1			1	3
1995	1					1	1					1	2
1996						0						0	0
1997						0						0	0
1998						0						0	0
1999						0						0	0
2000		1				1	1		1	1	1	4	5
2001			1			1						0	1
2002						0						0	0
2003			1		1	2						0	2
2004						0						0	0
2005					1	1						0	1
2006	1		1			2						0	2
2007					1	1						0	1
2008		1	1			2						0	2
2009	1	1	1			3						0	3
2010						0						0	0
2011						0						0	0
2012					1	1						0	1
2013	1				1	2						0	2
<b>Total contusiones</b>	4	3	7	0	5	19	2	0	2	1	1	6	25

## ANEXO 3c

Número de contusiones grado 1 y su distribución en las diferentes zonas anatómicas definidas en la canal para los bovinos del experimento 2 sometidos a transporte en camión por 36 horas con abrevaje.

Canal N°	CG1 Paleta	CG1 Lomo	CG1 Costal	CG1 Abdominal	CG1 Pierna	Total CG1
2007						0
2008						0
2009						0
2010		1			1	2
2011						0
2012					1	1
2013					3	3
2014						0
2015						0
2016						0
1997						0
1998					1	1
1999						0
2000						0
2001						0
2002					1	1
2003					2	2
2004					1	1
2005						0
2006					1	1
<b>Total contusiones</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>12</b>

**CG1:** contusión grado 1.

### ANEXO 3d

Número de contusiones grado 1 y su distribución en las diferentes zonas anatómicas definidas en la canal para los bovinos del experimento 2 sometidos a transporte en camión por 36 horas sin abrevaje.

Canal N°	CG1 Paleta	CG1 Lomo	CG1 Costal	CG1 Abdominal	CG1 Pierna	Total CG1
1904						0
1905			1		1	2
1906						0
1907						0
1908		1			1	2
1909						0
1910			1			1
1911	1				1	2
1912						0
1913	1	1				2
1894						0
1895						0
1896	1				2	3
1897					1	1
1898						0
1899					1	1
1900						0
1901						0
1902	2				1	3
1903						0
<b>Total contusiones</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>17</b>

**CG1:** contusión grado 1.

**CG2:** contusión grado 2.

### ANEXO 4a

Valores del pH y color (L, a, b) del músculo Longissimus thoracis en las canales de bovinos del experimento 1 sometidos a transporte en camión por 36 horas con abrevaje.

<b>Canal N°</b>	<b>PH</b>	<b>L</b>	<b>a</b>	<b>b</b>
2066	5.99	22.81	9.10	5.77
2067	6.07	19.18	9.76	5.53
2068	5.94	21.27	10.58	6.19
2069	6.03	20.21	11.57	6.55
2070	5.79	23.56	12.88	7.74
2071	5.93	25.32	11.43	6.99
2072	5.78	26.57	13.39	8.74
2073	5.81	20.34	12.73	7.03
2074	5.60	26.28	14.61	8.42
2075	5.58	27.04	19.81	11.6
2076	5.72	25.10	12.23	7.44
2077	5.91	24.4	14.32	8.52
2078	5.75	24.57	13.22	7.65
2079	6.11	26.75	20.12	11.06
2080	5.61	25.79	21.74	11.21
2081	5.65	24.09	12.44	7.16
2082	5.73	26.68	14.76	8.93
2083	5.69	23.79	13.07	7.70
2084	5.73	22.18	11.93	6.57
2085	5.66	24.24	14.56	8.71
<b>PROMEDIO</b>	<b>5.80</b>	<b>24.01</b>	<b>13.71</b>	<b>7.98</b>
<b>D.E.</b>	<b>0.16</b>	<b>2.36</b>	<b>3.34</b>	<b>1.73</b>

### ANEXO 4b

Valores del pH y color (L, a, b) del músculo Longissimus thoracis en las canales de bovinos del experimento 1 sometidos a transporte en camión por 36 horas sin abrevaje.

Canal N°	pH	L	a	b
1994	5.76	23.82	11.76	7.44
1995	5.92	22.70	11.38	6.97
1996	5.72	23.28	12.56	7.38
1997	5.52	27.98	14.44	9.61
1998	6.17	20.76	9.03	5.51
1999*	5.87	25.74	13.56	9.18
2000	6.19	19.96	10.80	5.89
2001	5.54	26.67	18.73	11.16
2002	6.26	22.62	11.77	6.82
2003*	6.82	18.44	10.15	5.55
2004	5.53	20.79	16.58	9.52
2005	5.54	25.88	13.28	8.53
2006	5.58	23.60	14.51	8.89
2007	5.58	23.65	14.09	8.66
2008*	6.22	22.87	11.74	7.15
2009	5.80	23.64	13.71	8.43
2010	5.70	25.53	11.61	7.40
2011	5.59	22.78	16.54	10.00
2012	5.75	22.93	11.45	6.64
2013	5.55	24.80	14.82	9.35
<b>PROMEDIO</b>	<b>5.83</b>	<b>23.42</b>	<b>13.13</b>	<b>8.00</b>
<b>D.E.</b>	<b>0.34</b>	<b>2.32</b>	<b>2.39</b>	<b>1.56</b>

\* canales con corte oscuro.

### ANEXO 4c

Valores del pH y color (L, a, b) del músculo Longissimus thoracis en las canales de bovinos del experimento 2 sometidos a transporte en camión por 36 horas con abrevaje.

Canal N°	pH	L	a	b
2007	5.48	26.79	19.06	11.27
2008	5.45	23.92	17.52	9.42
2009	5.52	29.24	15.48	9.45
2010	5.74	23.51	15.26	8.83
2011	5.53	29.93	16.50	10.76
2012	5.49	25.13	15.53	9.12
2013	6.07	22.76	13.90	7.83
2014	5.52	27.21	16.68	9.81
2015	5.51	25.01	17.63	9.77
2016	5.57	25.82	16.11	8.98
1997	5.61	26.98	17.43	10.73
1998	5.59	25.16	14.62	8.95
1999	5.91	20.83	14.80	8.11
2000	5.50	28.51	16.35	9.89
2001	5.90	25.14	11.56	6.60
2002	5.87	24.38	11.93	6.89
2003	5.57	26.29	14.18	8.36
2004	5.58	21.09	15.62	8.18
2005	5.44	27.25	18.16	10.83 ,
2006	5.50	26.99	15.89	9.52
<b>PROMEDIO</b>	<b>5.62</b>	<b>25.60</b>	<b>15.71</b>	<b>9.17</b>
<b>D.E.</b>	<b>0.18</b>	<b>2.43</b>	<b>1.90</b>	<b>1.26</b>

### ANEXO 4d

Valores del pH y color (L, a, b) del músculo Longissimus thoracis en las canales de bovinos del experimento 2 sometidos a transporte en camión por 36 horas sin abrevaje.

Canal N°	pH	L	a	b
1904	5.69	25.85	15.26	9.24
1905	5.84	23.16	14.17	8.30
1906	5.87	24.24	15.99	9.63
1907	5.43	24.11	16.76	10.27
1908	5.61	23.30	14.18	8.23
1909	5.42	25.86	18.37	10.80
1910	5.76	26.75	14.32	8.75
1911	5.66	27.12	18.02	10.57
1912	5.54	25.29	16.77	9.82
1913	5.46	26.67	17.68	10.64
1894	5.84	25.11	16.00	9.52
1895	5.76	27.74	14.18	9.23
1896	5.82	25.02	17.86	10.33
1897	5.78	26.02	17.22	10.86
1898	5.71	25.75	15.98	10.02
1899	5.98	22.88	12.16	7.67
1900	5.80	25.48	14.83	9.59
1901	5.80	28.27	14.54	9.54
1902	5.54	27.54	17.61	11.23
1903	5.74	25.47	19.04	11.22
<b>PROMEDIO</b>	<b>5.70</b>	<b>25.58</b>	<b>16.05</b>	<b>9.77</b>
<b>D.E.</b>	<b>0.16</b>	<b>1.52</b>	<b>1.81</b>	<b>1.01</b>

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a todas las personas que hicieron posible la realización de esta Tesis.

De manera especial a:

A mis hermanos por su apoyo y confianza que me han depositado en todo momento.

Dra. Carmen Gallo por su comprensión, infinita paciencia y dedicación durante el desarrollo de este trabajo.

A Bárbara e Ignacio por su cariño.

A mis estimados amigos Julio Cid, Sergio Pérez y Claudio Sanhueza por su gran ayuda.

A planta faenadora FRIVAL S.A. (Valdivia), gracias a la cual se pudo llevar a cabo el presente trabajo.