

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

**EFEECTO DE DOS TIEMPOS DE TRANSPORTE Y TRES CONDICIONES DE
REPOSO ANTE-MORTEM, SOBRE ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DE LA
CANAL EN BOVINOS**

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

MARCELA ALEJANDRA DÍAZ VÁSQUEZ

VALDIVIA – CHILE

2008

PROFESOR PATROCINANTE

Dra. Carmen Gallo St.

Nombre

Firma

PROFESOR COLABORADOR

Dr. Juan Pablo Smulders

Nombre

Firma

PROFESORES CALIFICADORES

Dr. Jorge Oltra

Nombre

Firma

Dr. Rafael Tamayo

Nombre

Firma

FECHA DE APROBACIÓN: 04 de Enero de 2008

ÍNDICE

Capítulo	Página
1. RESUMEN	1
2. SUMMARY	2
3. INTRODUCCIÓN	3
4. MATERIAL Y MÉTODOS	9
5. RESULTADOS	15
6. DISCUSIÓN	21
7. BIBLIOGRAFÍA	29
8. ANEXOS	34
9. AGRADECIMIENTOS	49

1. RESUMEN

El objetivo de este estudio fue determinar en novillitos el efecto de tres condiciones de reposo ante-mortem: un reposo de 30-60 minutos (faena inmediata (**T1**)), un reposo de 12 horas asociado a dos condiciones ambientales (corrales sin techo más lluvia (**T2**)) y corrales con techo (**T3**)) después de un transporte corto (3 h) y de un transporte prolongado (16 h), sobre los cambios de peso vivo y de la canal, y características tales como contenido de glucógeno hepático y muscular, pH y color muscular post-mortem. Los experimentos se realizaron con un total de 160 novillitos efectuando dos viajes para el transporte corto (40 animales cada viaje) y dos para el transporte largo (40 animales cada viaje), asignándose en forma aleatoria para cada tratamiento. Los animales se pesaron a la llegada a matadero, previo a la faena en el caso de los grupos con 12 horas de reposo y se pesó la canal caliente. Para la medición de glucógeno se tomaron dentro de 30 minutos post-mortem muestras de tejido hepático y muscular (*Longissimus thoracis*) y en la superficie de corte del mismo músculo entre 9ª y 10ª costillas se midió pH y color (Hunterlab) a las 24 horas post-mortem. Los resultados se muestran por separado para el efecto del tiempo de transporte y de la condición del reposo ante-mortem.

Las pérdidas de peso vivo promedio durante el reposo en corrales fueron de 10,8 kg para el transporte corto y de 2,0 kg para el transporte largo ($P \leq 0,05$); T2 perdió en promedio 11,6 kg y T3 8,0 kg ($P \leq 0,05$). Los pesos de canal caliente resultaron similares en todos los tratamientos. Las concentraciones promedio de glucógeno hepático y muscular ($\mu\text{mol/g}$) fueron respectivamente posterior al transporte corto de 84,7 y 27,5 y de 111,0 y 18,0 ($P \leq 0,05$) posterior al transporte largo. En relación a la condición de reposo T1, T2 y T3 registraron concentraciones promedios de 98,3, 100,7 y 98,2 ($\mu\text{mol/g}$) de glucógeno hepático y 23,7, 21,9 y 21,4 de glucógeno muscular respectivamente. Los novillitos tuvieron en sus canales promedios de pH de 5,71 luego del transporte corto y de 5,8 ($P > 0,05$) posterior al transporte largo. Para T1, T2 y T3 los promedios de pH fueron de 5,7, 5,7 y 5,7 ($P > 0,05$) respectivamente. La luminosidad ("L") promedio del músculo *Longissimus thoracis* después del transporte corto fue de 25,1 y del transporte largo de 24,7 ($P > 0,05$). Para T1, T2 y T3 fueron 25,6, 24,4 y 24,5 ($P > 0,05$) respectivamente.

Después del transporte largo y a mayor tiempo de reposo ante-mortem se observó que aumentó el porcentaje de canales con $\text{pH} \geq 5,8$ y con corte oscuro a la vista.

Se concluye que transportes más prolongados y permanencias más largas en los corrales de reposo ante-mortem sobre todo sin protección (sin techo), afectan negativamente la calidad de la carne en cuanto a concentración de glucógeno muscular, pH y color se refiere.

Palabras clave: bovinos, transporte, ayuno, canales, calidad

2. SUMMARY

EFFECTS OF TWO TRANSPORT TIMES AND THREE PRESLAUGHTER LAIRAGE CONDITIONS ON CARCASS CHARACTERISTICS IN STEERS

The aim of this study was to determine in steers the effects of three preslaughter lairage conditions: 30-60 minutes lairage time (immediate slaughter (**T1**)), 12 h lairage time associated to two environmental conditions (not roofed pens plus rain (**T2**)) and roofed pens (**T3**)) after a short (3 h) and prolonged (16 h) transport journey, on live and carcass weight changes, and on characteristics such as liver and muscle glycogen content, pH and muscle colour postmortem. The experiments considered a total of 160 steers, carrying out two short transport journeys with 40 animals each, and two prolonged transport journeys with 40 animals each. Steers of each journey were from the same origin and were allocated at random to lairage treatments; they were weighed at arrival at the slaughterhouse, again immediately prior to slaughter in the case of 12 h lairage groups and all carcasses were weighed hot. Liver and muscle (*Longissimus thoracis*) samples for glycogen determination were taken within 30 minutes post-mortem; pH and colour (Hunterlab) were measured on the transversal cut surface of *M. Longissimus thoracis* at the level of the 10th rib 24 h post-mortem. Results are shown separately according to transport time and lairage conditions.

Mean live losses during lairage were 10.8 kg after the short and 2.0 kg after the prolonged transport ($P \leq 0.05$); T2 lost 11.6 kg and T3 8.0 kg ($P \leq 0.05$). Hot carcass weight was similar in all treatments. The mean liver and muscle glycogen concentrations ($\mu\text{mol/g}$) were respectively 84.7 y 27.5 after short and 11.0 y 18.0 after prolonged transport ($P \leq 0.05$). Regarding the lairage conditions T1, T2 y T3 respectively had mean liver glycogen concentrations of 98.3, 100.7 and 98.2 ($\mu\text{mol/g}$) and mean muscle glycogen concentrations of 23.7, 21.9 y 21.4. After the short transport carcass pH was 5.7, and after prolonged transport 5.8 ($P > 0.05$). For T1, T2 y T3 mean pH was 5.7, 5.7 and 5.7 ($P > 0.05$) respectively. Mean luminosity ("L") in *L. thoracis* muscle was 25.1 after short and 24.7 ($P > 0.05$) after prolonged transport. For T1, T2 and T3 "L" values were 25.6, 24.4 and 24.5 ($P > 0.05$) respectively. It was observed that after prolonged transport and longer time spent in lairage the percentage of carcasses with $\text{pH} \geq 5.8$ and with dark cutting by visual appraisal increased.

It can be concluded that longer transport times and longer lairage times spent by steers in slaughterhouses, especially in not roofed pens, negatively affect meat quality in terms of decreasing muscle glycogen content, increasing pH and producing dark cutters.

Key words: cattle, transport, lairage, carcasses, quality

3. INTRODUCCIÓN

3.1.- ANTECEDENTES GENERALES

En Chile, según los resultados preliminares del último censo nacional agropecuario y forestal existen 3.719.507 bovinos (Chile 2007). Durante el año 2006 se faenaron en total 950.468 cabezas y en cuanto a la disponibilidad de carne, se estimó un consumo de 25,4 kg per cápita (Chile 2006).

Dentro de la cadena productiva, la carne debe traspasar una serie de etapas antes de llegar al consumidor, por lo que es necesario mantener la calidad de este producto lo más intacta posible para que sus características organolépticas y sanitarias sean las óptimas (Gallo 1994). En relación a lo anterior, cabe mencionar que en las últimas décadas, se han producido una serie de cambios en la sociedad que han afectado la demanda de este producto: variación en los gustos, incremento del número de consumidores y del comercio internacional y preocupación por la salud, la dieta y el bienestar animal (García 2000).

Los manejos que se realizan en el ganado destinado a producir carne en las horas previas a su beneficio son de los más estresantes en su vida y además de afectar el bienestar animal, pueden provocar serio deterioro de la calidad del producto. Si bien en Chile, el mayor porcentaje de la población bovina se concentra entre las regiones IX y X, una relativamente baja cantidad de animales son faenados en ésta, 239.746 cabezas de animales (Chile 2006).

Debido a la constitución geográfica, en la cual los centros de consumo están alejados de las zonas de producción, un porcentaje considerable de animales (16,3 %) son beneficiados en la Región Metropolitana, siendo transportados por largas distancias y sometidos a ayunos prolongados (Gallo y col 1995), cuando lo lógico y aconsejable sería faenarlos cercanos al lugar de producción y transportar las canales hacia los centros de consumo.

En lo relacionado con la espera o reposo del ganado en matadero antes del sacrificio, el reglamento sobre el funcionamiento de mataderos, cámaras frigoríficas y centrales de desposte (Chile 2004), vigente a partir de septiembre del 2006, indica que los animales deberán permanecer en los corrales por un tiempo mínimo de 6 horas de antelación al faenamiento, para permitir la inspección ante mortem, y si el ganado, por alguna circunstancia, permanece en ellos por un lapso superior a 24 horas, se le deberá proveer de alimento. En ningún caso los animales podrán permanecer sin ser faenados por un tiempo superior a 48 horas. Sin embargo, lo más habitual sigue siendo una espera mínima de 12 horas en corrales (Gallo 2004).

Si bien se ha visto que el ayuno prolongado por sí solo no tiene un efecto significativo en rumiantes, el ayuno en combinación con transporte prolongado resulta perjudicial para el bienestar animal (Tadich y col 2003). Prolongar el reposo en matadero sin alimento, tiene efectos negativos sobre la canal, tanto en términos de disminución de peso como de calidad de carne (Gallo y col 2003).

La tendencia hoy es tratar de homologar los reglamentos de cada país pertenecientes a la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) (2007a), como es el caso de Chile, a las recomendaciones dadas por esta entidad en el tema de bienestar animal, tanto en sistemas de producción, como en transporte y sacrificio. La OIE, más que establecer límites a los tiempos y condiciones de viaje, entrega recomendaciones que tienden a evitar los viajes prolongados y se indican manejos a los que deben ser sometidos los animales; sin embargo, a diferencia de nuestro país, no se establece un mínimo de horas de espera en corrales.

3.2.- EFECTOS DEL TRANSPORTE Y TIEMPO DE AYUNO SOBRE LA CANTIDAD DE CARNE PRODUCIDA

Dentro de las operaciones destinadas al faenamiento de reses de abasto, el transporte es un eslabón importante que puede influir sobre la calidad y cantidad de la carne producida, especialmente si se tiene en cuenta que la mayor parte del ganado que se faena en el país se traslada en pie por prolongadas distancias, principalmente en camión desde los centros de producción a los centros de consumo. De hecho un 51,5% del ganado recibido por la principal planta faenadora de Santiago procede de distancias de 600 km y más, y un 19,5% procede de distancias por sobre los 900 km (Gallo 2006).

Una de las jornadas más largas es la que afecta al ganado procedente de la Región de Aysén, que incluye un tramo de transporte marítimo. El tiempo de transporte promedio para los animales provenientes de la Región de Aysén es de 39 horas, lo que es mayor a las 24 horas máximas de viaje continuo permitido por el reglamento, y se ha registrado que el tiempo promedio de espera en mataderos en estos casos es de 36 horas, es decir similar al tiempo promedio que demoran los animales desde la Región de Aysén hasta la PFC más cercana (Aguayo 2006), totalizando casi 80 horas de ayuno.

El transporte inadecuado, los largos tiempos de privación de alimento, así como los malos tratos durante los manejos previos al sacrificio no sólo influyen sobre el bienestar animal y la calidad de carne, sino también sobre las pérdidas de peso vivo de los animales, lo cual puede provocar la muerte de los animales durante el viaje (pérdida total del producto), disminuciones de peso por destare y menor cantidad de kilos producidos por lesiones como hematomas de diverso grado que implican recortes (Gallo 2004). La presencia de hematomas que afectan tejido muscular provoca además cambio de la categoría de las canales (Chile 2002) con la consecuente desvalorización.

El destare o merma se conoce como la pérdida de peso que sufre el ganado desde que se transporta del campo a la feria o al matadero. La mayor parte de estas pérdidas corresponde a las excreciones, es decir, a las heces, la orina y el agua que se pierde en forma de vapor con el aire expirado. Pero, además puede haber algunas pérdidas de tejido resultantes de cambios metabólicos que comienzan muy pronto después de que el alimento en el tracto digestivo cesa de suministrar el material nutriente (Silva 1987).

Si bien el ganado pierde fundamentalmente agua y en proporciones muy bajas, materias sólidas y grasas de revestimiento, la movilización de tejidos en busca de proveer de energía para la mantención de las funciones vitales del cuerpo, junto con la deshidratación, pueden provocar pérdidas en los potenciales rendimientos de la canal y en el peso de vísceras tales como el hígado (Warriss 1990).

El hecho de proporcionar agua durante la suspensión de comida es una consideración importante. Truscott y Gilbert (1978), encontraron que la pérdida de peso vivo fue más alta en el ganado que ayunó durante 5 días sin agua disponible que en aquellos a los que sí se les proporcionaba agua durante el ayuno.

En Chile, Gallo y col (2000) observaron que entre la llegada a matadero y el pesaje pre-faenamiento o post-reposo en los novillitos previamente transportados por corto tiempo continúa la disminución de peso, en cambio en aquellos transportados por 24 horas ocurrió un aumento de peso. Esto lo atribuyeron al hecho de tener agua ad libitum durante el reposo en los corrales y a la sed con que llegaban los animales luego del viaje largo. Por ello es importante ofrecer agua en cantidad y calidad adecuada y accesible a todos los animales, al llegar a la planta faenadora.

En un trabajo realizado por Gallo y Gatica (1995), en relación a los efectos del tiempo de ayuno en espera previo al faenamiento sobre el peso vivo, de la canal y de algunos órganos en novillitos, se determinó que el peso vivo a la llegada a la planta faenadora fue en promedio un 5% inferior al peso vivo en el predio. El peso previo al sacrificio mostró un evidente descenso a partir de las 60 horas de ayuno y tanto el peso de la canal caliente como el de la canal fría también disminuyeron junto con el rendimiento porcentual en base al peso vivo a la llegada a la planta. Además, en el caso de los ayunos más prolongados (sobre 60 horas), demostraron que se afecta no sólo el peso vivo de los novillitos, sino también el peso y rendimiento porcentual de subproductos como el hígado.

Gallo y col (2003), faenaron novillitos representativos según tipo, peso y conformación más común en Chile luego de ser transportados por 3 y 16 horas y mantenidos en reposo en la planta faenadora en ayuno por 3, 6, 12 y 24 horas. Se midió peso vivo, peso de la canal, pH post-mortem y color muscular con la finalidad de evaluar el impacto económico y el efecto sobre el bienestar animal de diferentes tiempos de transporte y tiempos de ayuno. Al comparar el transporte corto con el transporte largo, este último produjo una disminución de 0,42 kg de peso vivo después de cada hora en que los animales fueron mantenidos en ayuno posterior a las 16 horas de transporte. Adicionalmente los pesos de las canales tendieron a disminuir después de transportes largos y tiempos de ayuno largos.

3.3.- EFECTOS DEL TRANSPORTE Y TIEMPO DE AYUNO SOBRE LA CALIDAD DE LA CARNE PRODUCIDA

En todos los manejos que se realizan con los animales desde que se recolectan para enviarlos a la faena y hasta el faenamamiento propiamente tal, éstos dejan de recibir alimento y se alteran las condiciones medioambientales habituales. Generalmente los animales se recolectan unas dos horas antes en el predio, manteniéndolos sin alimento en los corrales hasta la carga (Gallo y col 1995).

Muchas veces durante este período se realizan otros manejos adicionales como pesaje o marcaje, luego se procede a la carga y una vez en los vehículos de transporte, los animales continúan sin acceso a comida ni agua (ayuno). Finalmente a la llegada a la planta faenadora, se mantienen en reposo en ayuno por un mínimo de 6 horas de acuerdo a la reglamentación vigente (Chile 2004), lo cual hace que el tiempo total de ayuno sea relativamente largo. Al sumar todas estas horas, en el caso de Chile, los animales que recorren distancias más prolongadas llegan frecuentemente a las 60 horas de privación de alimento (Gallo 2004).

Además de la restricción de alimento se debe considerar que durante el reposo en ayuno los animales pueden exponerse a varios factores ambientales como cambios de luz, ruidos, olores poco familiares, vibraciones y cambios de aceleración durante el transporte, temperaturas extremas, quiebre de agrupaciones sociales y encierro íntimo y apiñado, los que pueden influenciar su comportamiento (Warriss 1990). Algunos animales se atemorizan en ambientes que les son extraños mientras que otros se vuelven hostiles. Tales diferencias se asocian a factores como el equilibrio hormonal, fatiga y experiencia de manejo previa (Forrest y col 1979).

En nuestro país la espera o reposo del ganado en matadero antes del sacrificio, está regulada por el reglamento sobre el funcionamiento de mataderos, cámaras frigoríficas y centrales de desposte (Chile 2004). A nivel internacional la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) (2007b), no considera un tiempo mínimo de reposo en los corrales en la planta faenadora, aunque sí hace mención a las características de infraestructura y manejo de los animales. Además, en lo que concierne a las condiciones de reposo ante-mortem recomienda sacrificar lo antes posible aquellos animales que hayan sido transportados en contenedores, considerando alimentar a los animales que no sean sacrificados en el plazo de 12 horas consecutivas a su llegada.

El bienestar de un individuo se entiende como un estado de armonía con su medio ambiente (Broom 2003). El transporte, el ayuno y los manejos como el arreo producen diversos grados de estrés en los animales, que según la duración y la intensidad del estímulo, desencadenan respuestas de tipo fisiológico (que afectan estructuras somáticas y viscerales, provocando alteraciones metabólicas, endocrinas y nerviosas) y conductual (Caballero y Sumano 1993).

Los tiempos de ayuno previo al faenamiento ejercen un efecto directo sobre el bienestar animal e indirecto sobre la calidad de la carne. Además se señala que ayunos de hasta tres días disminuyen los lípidos y glicógeno hepático. La respuesta de los bovinos al estrés por ayuno en los corrales es menor que aquella que produce el ayuno durante el transporte, debido a que este último impone efectos adicionales en la química sanguínea (Tadich y col 2003).

Los ajustes metabólicos que tienen lugar durante el estrés se ven estimulados por la liberación de ciertas hormonas, teniendo importancia la epinefrina y norepinefrina de la médula adrenal, los corticoides de la corteza adrenal y las hormonas tiroideas. La epinefrina contribuye a la degradación del glucógeno muscular y hepático, así como de la grasa almacenada con el fin de proporcionar una fuente fácil de energía. Los corticoides influyen en la síntesis de carbohidratos, mantención de la respuesta celular y del balance iónico (Forrest y col 1979).

Lizondo (2000) encontró que posterior al transporte corto (3 h) como al transporte largo (16 h), las concentraciones de glucógeno hepático y muscular de los novillitos tendieron a disminuir al ir aumentando las horas de ayuno producidas por la espera en matadero, lo que indica que los animales continúan utilizando estas reservas.

Tanto el estrés relacionado con el manejo ante-mortem, como la privación de alimento, provocan un consumo del glucógeno muscular, minimizando la formación de ácido láctico en el músculo post-mortem e impidiendo con ello la caída natural de pH en este período (que en lugar de alcanzar un pH de 5,4-5,7, permanece por sobre 5,8). La carne producida bajo estas condiciones presenta una coloración oscura y un pH alto, anomalía que en el bovino se conoce como "corte oscuro" o carnes DFD (Dark, Firm, Dry) (Hood y Tarrant 1980, Forrest y col 1979).

Según Hood y Tarrant (1980), tres podrían ser las causas de mayor importancia en la presentación de "corte oscuro" en carne bovina:

- a) Manejo previo al faenamiento, en donde el ganado sufre un estrés fisiológico y agotamiento por inadecuadas condiciones de transporte, tiempo de ayuno o de espera y mezcla de lotes de animales en los corrales.
- b) Nutrición previa a la matanza, condiciones patológicas y factores genéticos.
- c) Condiciones climáticas y estrés en general.

Lizondo (2000), observó que al aumentar el tiempo de transporte de 3 a 16 horas y el tiempo de ayuno de 3 hasta 24 horas, el pH de las canales producidas fue más alto y la luminosidad de la carne disminuyó (carne más oscura); además tanto el glucógeno muscular como hepático presentaron niveles más bajos a mayor tiempo de transporte y ayuno. Novoa (2003) tras un transporte de 3 horas encontró que los animales con 12 horas de reposo registraron canales con pH más elevados, mayor número de canales con $\text{pH} \geq 5,8$ y con corte oscuro a la vista en comparación con animales que se faenaron inmediatamente (dentro de 1 hora aprox.)

Gallo y col (2003) demostraron que después de cada hora en que los animales fueron mantenidos en ayuno posterior a las 16 horas de transporte aumentó el pH final del músculo, disminuyó la luminosidad y aumentó la proporción de canales de menor valor debido a que fueron clasificadas como “corte oscuro”.

No todos los músculos tienen igual tendencia a ser afectados por corte oscuro. En bovinos los músculos más afectados son aquellos del lomo y del cuarto posterior: en orden de importancia el m. *Longissimus thoracis*, m. *Semitendinosus*, m. *Gluteus medius* y m. *Semimembranosus*. Los dos primeros de alto valor comercial, lo que del punto de vista económico toma mayor importancia (Almonacid 2003).

La comercialización de las carnes DFD o carnes de corte oscuro conlleva ciertas dificultades, ya que el consumidor asocia el color oscuro a animales viejos o a carne almacenada en malas condiciones. Por otro lado la superficie seca y pegajosa que presentan estos cortes de carne los hacen menos aceptables y más difíciles de trocear y filetear (Garrido y Bañón 2000). Pero sin duda, la principal consecuencia económica de estas carnes con pH alto es que no pueden ser envasadas al vacío, por su rápido deterioro. De hecho las canales con corte oscuro son castigadas en el precio, a pesar que son sólo algunos músculos los afectados (Gallo 2004).

El objetivo general de este estudio fue determinar en novillitos el efecto de tres condiciones de reposo ante-mortem: un reposo de 30-60 minutos (faena inmediata), un reposo de 12 horas en corrales sin techo y un reposo de 12 horas en corrales con techo, después de un transporte corto (3 h) y de un transporte prolongado (16 h), sobre características cuantitativas y cualitativas de la canal. Los objetivos específicos fueron:

- a) Determinar y comparar el peso vivo y de la canal caliente en los novillitos con distinto tiempo de transporte y condición de reposo.
- b) Determinar y comparar rendimiento centesimal en base al peso de llegada a la planta y en base al peso previo a la faena en los novillitos con distinto tiempo de transporte y condición de reposo.
- c) Determinar y comparar la concentración de glucógeno muscular y hepático post-mortem en los novillitos con distinto tiempo de transporte y condición de reposo.
- d) Determinar y comparar el pH de las canales inmediatamente post-mortem y en las canales frías (24 a 48 horas post-mortem) en los novillitos con distinto tiempo de transporte y condición de reposo.
- e) Determinar y comparar los valores de color medido en forma instrumental (L, a, b), así como el porcentaje de canales con “corte oscuro” a la vista en los novillitos con distinto tiempo de transporte y condición de reposo.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

La información para realizar esta memoria de título se obtuvo del proyecto de investigación FONDECYT 1010201 titulado “Efectos de diferentes condiciones de transporte, ayuno y manejo de bovinos previo al sacrificio, sobre el bienestar animal y la calidad de la carne”, y se llevó a cabo en el Instituto de Ciencia Animal y Tecnología de Carnes de la Universidad Austral de Chile en colaboración con la Planta Faenadora de Carnes “Frival S.A.” de la ciudad de Valdivia.

4.1.- MATERIAL BIOLÓGICO

De la información recolectada dentro del proyecto mencionado se analizaron antecedentes existentes de 160 bovinos (4 viajes con 40 animales cada uno); todos eran bovinos doble propósito, machos castrados, con dientes de leche nivelados hasta dos dientes permanentes, que según cronometría dentaria corresponde a la clase “novillito” de acuerdo a la Norma Chilena Oficial para ganado bovino (Chile 1994), de un peso aproximado de 450-490 kg y similar grado de engrasamiento.

Los animales para cada experimento fueron proporcionados por un solo productor, habían sido engordados en un mismo predio bajo las mismas condiciones, manteniéndose en un mismo lote en pradera natural hasta el momento en que se recolectaron para su transporte a la planta faenadora, en los meses de noviembre a diciembre del 2002 y enero del 2003.

4.2.- OTRO MATERIAL

- Un camión con carro para el transporte del ganado.
- Una romana marca Hispana con resolución para dos kilos, con visor electrónico marca Transcell Technology (modelo TI – 500 E Class III), para el pesaje individual en vivo se utilizó en la planta faenadora.
- Una balanza digital inserta en la línea de faena, marca Pesamatic, con resolución de 100 gramos, para el peso de las canales calientes se usó.
- Peachímetro con electrodo de pincho, marca HANNA (modelo HI 90025).
- Espectrocolorímetro Miniscan XE Plus, marca HUNTERLAB.
- Estanques con Nitrógeno líquido y tubos plásticos para el almacenamiento de las muestras de músculo e hígado.
- Instrumental para la toma de muestras
- Planillas de trabajo.

4.3.- METODOLOGÍA

Para el presente trabajo se realizaron dos experimentos que consistieron en dos tiempos de transporte: transporte largo (16 h) y transporte corto (3 h), con dos repeticiones cada uno. Para cada repetición (viaje) se utilizó un diseño experimental con tres tratamientos durante el reposo en la planta faenadora (tratamiento 1: faena inmediata, tratamiento 2: reposo 12 horas, en corrales sin techo más lluvia y tratamiento 3: reposo 12 horas, en corrales con techo) siendo asignados los animales individualizados mediante autocrotal y por medio de marcas con lápiz de cera, a cada uno en forma aleatoria. En cada repetición 40 novillitos fueron cargados en el predio, directamente del potrero al camión con carro, a las 15 horas aproximadamente. El transporte se realizó bajo condiciones de similar densidad de animales (aproximadamente 500 kg de peso vivo por metro cuadrado), y utilizando el mismo camión con carro para los 4 viajes.

El transporte de animales del predio a la planta faenadora se llevó a cabo utilizando el tramo Río Bueno – Valdivia, de la Ruta 5 Sur, que en el caso del transporte corto se demoró cerca de 3 horas; en el caso del transporte largo el recorrido incluyó el mismo tramo más un recorrido adicional por la Ruta 5 Sur hasta Puerto Montt y regreso a Valdivia hasta completar las 16 horas de viaje; este tiempo consideró en ambos casos detenciones para revisar los animales.

Una vez arribado cada viaje con 40 novillitos a la planta faenadora, éstos fueron pesados individualmente; un grupo (14 novillitos) fue faenado dentro de una hora aproximadamente posterior al pesaje (faena inmediata); el segundo grupo (13 novillitos) fue sometido a un reposo de 12 horas en dos corrales techados similares con capacidad para 7 animales (reposo 12 horas, corrales con techo); y el tercer grupo (13 novillitos) también fue sometido a un reposo de 12 horas, pero en dos corrales sin techo de similar capacidad a los anteriores más la presencia de precipitaciones (reposo 12 horas, corrales sin techo más lluvia) (figura 1). Los animales con reposo de 12 horas se mantuvieron privados de alimento y se les ofreció agua a discreción.

Debido a la ausencia de lluvia los días en que se realizaron los viajes, en el caso del tratamiento con reposo de 12 horas y corrales sin techo más lluvia, ésta fue simulada utilizando un sistema de aspersión durante toda la noche, el que se hizo funcionar cada una hora por un período de 15 minutos.

Los grupos que se sometieron a un reposo de 12 horas fueron nuevamente pesados al finalizar este período, inmediatamente antes que se procediera a su faenamamiento. La faena de todos los grupos se realizó bajo las condiciones comerciales implementadas normalmente por la planta, sólo que en el caso del grupo de faena inmediata, ésta debió realizarse en horario extraordinario.

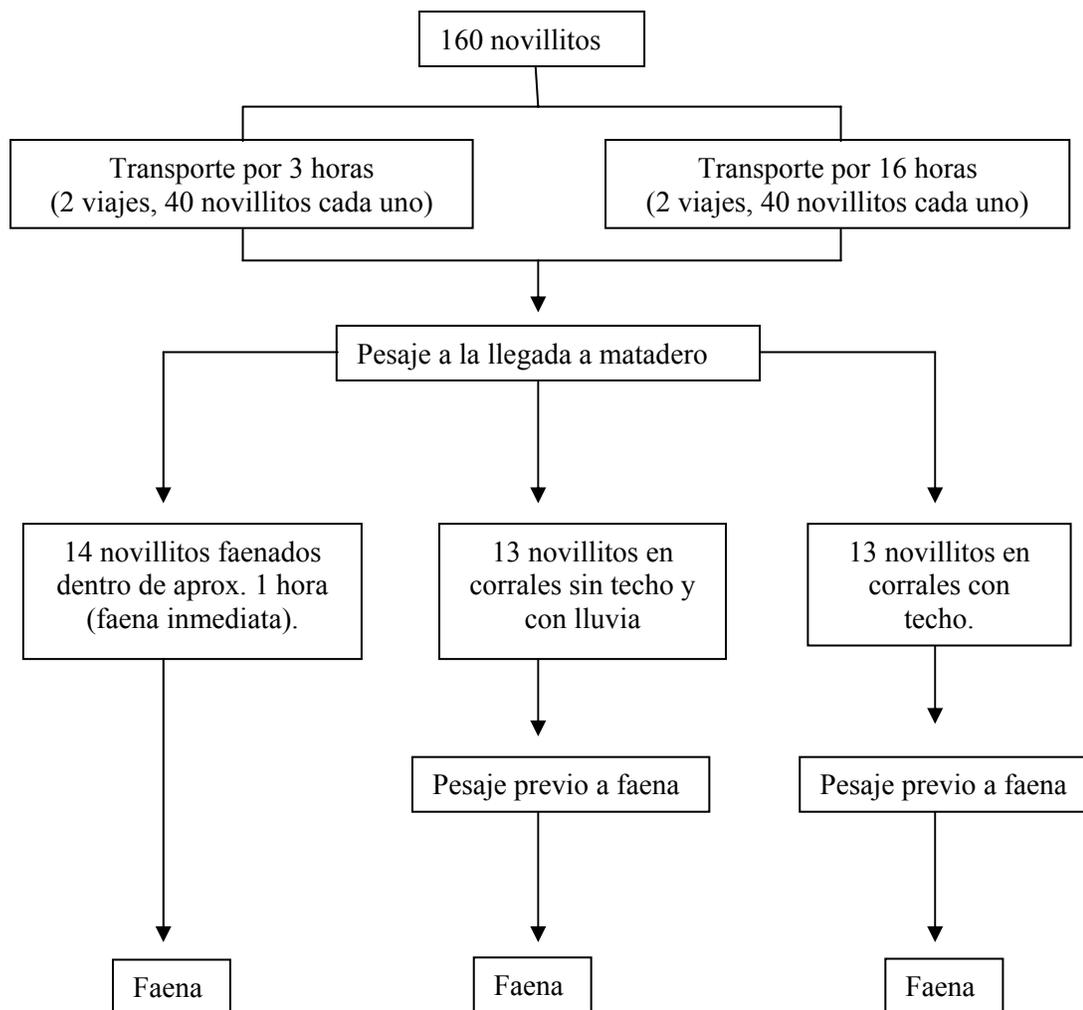


Figura 1. Diseño experimental del estudio sobre la base de dos tiempos de transporte (3 y 16 horas) y tres condiciones de reposo ante-mortem (faena inmediata, 12 horas de reposo en corrales sin techo y con lluvia y 12 horas de reposo en corrales con techo).

Los antecedentes de las variables que se analizaron fueron recolectados de manera individual y de la siguiente forma:

4.3.1.- Peso vivo y pérdida de peso

Los novillitos fueron pesados a la llegada a matadero (PVM) y los pesos registrados en planillas individuales y nuevamente después del reposo en ayuno previo al sacrificio, en el caso de los novillitos que permanecieron por 12 horas (PVPF). Usando ambos pesos vivos, se calculó la pérdida de peso durante el reposo en ayuno (PPA) en los corrales de la planta:

$$PPA = PVM - PVPF.$$

4.3.2.- Peso de la canal caliente y rendimientos

El peso de la canal caliente (PCC) de cada animal se obtuvo de las planillas de registro de pesaje en vara de la planta. Las canales fueron pesadas con la balanza electrónica inserta al final de la línea de faenamiento.

Con los distintos pesos vivos y de canal caliente, se calcularon las siguientes variables:

- a) Rendimiento centesimal, en base al peso de llegada a la planta:

$$RCM = \frac{PCC}{PVM} \times 100$$

- b) Rendimiento centesimal, en base al peso previo a la faena:

$$RCPF = \frac{PCC}{PVPF} \times 100$$

4.3.3.- Concentración de glucógeno muscular y hepático

La concentración de glucógeno se determinó tomando una muestra del músculo *Longissimus thoracis* (a nivel de la 9ª a 10ª vértebra torácica) y otra de hígado de aproximadamente 10 g cada una, en los animales recién faenados (entre 15 y 30 minutos de sangrados). Las muestras se colocaron dentro de tubos plásticos, los cuales fueron identificados y congelados inmediatamente en Nitrógeno líquido, para posteriormente analizar su contenido de glucógeno.

Luego de ser recolectadas todas las muestras, éstas fueron enviadas en estanques con Nitrógeno líquido al Centro de Referencia para Productos de Origen Animal (CERPRAN) de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad de Chile en Santiago, donde se determinó su contenido de glucógeno. Para el análisis se extrajo aproximadamente 1 g de tejido, el que fue homogeneizado con 10 ml de HCl al 1 N y posteriormente hidrolizado durante dos horas a 100°C. Paralelamente, una muestra de aproximadamente 1 g de tejido se homogeneizó en amortiguador Tris 20 mM, pH 7,5. Alícuotas apropiadas de cada muestra (por ej. 5, 10, 25 µl) se usaron para determinar la glucosa oxidasa, usando el reactivo de Merk, siguiendo las instrucciones del fabricante. En cada oportunidad se hizo una curva de calibración usando un estándar de glucosa 1 mg/ml con al menos 5 puntos. Los valores se expresaron como µmol de glucosa por gramo de tejido (peso húmedo) y son el promedio de al menos dos determinaciones. El contenido de glucógeno de cada muestra se obtuvo de la diferencia entre los valores de glucógeno hidrolizado (glucógeno intracelular más el extracelular) y el glucógeno control (glucógeno extracelular).

4.3.4.- pH

El pH se midió en la canal fría (24 horas post-mortem) en la profundidad del músculo *Longissimus thoracis* en el cuarto anterior, luego del cuarteo entre la 9ª y 10ª costillas, usando para esto un peachímetro con electrodo de pincho, marca HANNA (modelo HI 90025) el cual, previo a ser utilizado, se calibró mediante las soluciones control. Se consideró como valor normal un pH menor a 5,8.

4.3.5.- Color

La medición objetiva del color se realizó sobre la superficie de corte del músculo *Longissimus thoracis* en el mismo lugar del cuarteo, con un espectrocolorímetro Miniscan XE Plus, marca HUNTERLAB. Este fue programado con una inclinación de 10°, iluminante D65 (lo que corresponde a la semejanza de luz natural), con escala Lab y con una longitud de onda entre los 400nm y 700 nm. La medición se realizó inmediatamente posterior a la medición del pH y en el mismo lugar. Se realizaron tres lecturas por canal, obteniéndose como valor final un promedio de ellas. Al realizar las lecturas, se tuvo cuidado de que no existiera presencia de restos de grasa o hueso que pudieran llevar a error. Mediante esta metodología se obtuvo los valores de L (luminosidad), a (tenores de rojo-verde) y b (tenores de amarillo-azul) para cada canal.

Simultáneamente se realizó una apreciación visual de color muscular en el mismo lugar, con la finalidad de determinar la existencia de cortes oscuros a la vista, tal como se realiza en forma comercial.

4.4.- Análisis estadístico

Los datos registrados fueron traspasados a planillas electrónicas Microsoft Excel y analizados mediante estadística descriptiva (promedio \pm DE). Se verificó normalidad de la distribución de los datos de cada variable por la prueba de Shapiro–Wilk y posteriormente las variables paramétricas fueron sometidas a ANOVA, y los datos no paramétricos al test de Kruskal-Wallis y de Wilcoxon, utilizando el programa estadístico The SAS System. Con la finalidad de un mejor análisis e interpretación los resultados se muestran por separado para el efecto del tiempo de transporte sin considerar la condición del reposo ante-mortem en la planta faenadora. De igual forma los resultados de las condiciones de reposo ante-mortem también se muestran por separado sin considerar el efecto del tiempo de transporte.

5. RESULTADOS

5.1.- Peso vivo y pérdida de peso

CUADRO 1.1.- Promedios (kg) y desviación estándar (D.E) del peso vivo a la llegada a matadero (PVM), peso vivo previo faena (PVPF) y pérdida de peso vivo (PPV) entre la llegada a matadero y la faena en novillitos posterior a un transporte corto (3 h) y a un transporte largo (16 h).

Variables	Tiempo de Transporte	
	Transporte corto (3 horas) promedio \pm D.E.	Transporte largo (16 horas) promedio \pm D.E.
PVM (kg)	485 \pm 18,8 ^a	473 \pm 14,9 ^b
PVPF (kg)	475 \pm 21,9	471 \pm 14,5
PPV (kg)	10,8 \pm 10,1 ^a	2,0 \pm 7,2 ^b

^{a, b} valores en la misma línea con distinta letra indican diferencias estadísticamente significativas entre tiempos de transporte ($P \leq 0,05$).

En el cuadro 1.1 se observa que para el caso de la variable peso vivo en matadero, los promedios presentaron una diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0,05$) entre los tiempos de transporte (3 y 16 horas) siendo menor el peso tras el transporte largo; sin embargo, el peso vivo previo faena presentó valores similares en ambos tiempos de transporte, relacionado con que los novillitos transportados por 3 horas tendieron a perder más peso ($P \leq 0,05$) durante el reposo en ayuno que los novillitos transportados por 16 horas (ver anexos 1 al 6).

En el cuadro 1.2 se aprecia que según el tiempo y la condición de reposo ante-mortem, el grupo de animales con 12 horas de reposo en corrales con techo presentó un promedio de peso vivo matadero significativamente menor ($P \leq 0,05$) que los otros dos tratamientos. El peso vivo previo faena del grupo de novillitos faenado inmediatamente posterior a la llegada a matadero registró un promedio de peso significativamente mayor ($P \leq 0,05$) que los animales con 12 horas de reposo, siendo la pérdida de peso vivo diferente ($P \leq 0,05$) entre los tres tratamientos; los novillitos faenados inmediatamente posterior a la llegada a matadero no presentaron pérdida de peso vivo, en comparación con los animales con 12 horas de reposo en corrales sin techo que registraron en promedio (11,6 kg), siendo el valor más alto de los tres grupos (ver anexos 1 al 6).

CUADRO 1.2.- Promedios (kg) y desviación estándar (D.E) del peso vivo a la llegada a matadero (PVM), peso vivo previo faena (PVVPF) y pérdida de peso vivo (PPV) entre la llegada a matadero en novillitos faenados inmediatamente y sometidos a un reposo de 12 horas en corrales sin techo y corrales con techo.

Variable	Condición de reposo ante-mortem		
	Faena inmediata promedio \pm D.E.	Reposo 12 horas corrales sin techo promedio \pm D.E.	Reposo 12 horas corrales con techo promedio \pm D.E.
PVM (kg)	483 \pm 21,0 ^a	480 \pm 16,0 ^a	474 \pm 15,6 ^b
PVVPF (kg)	483 \pm 21,0 ^a	468 \pm 14,0 ^b	466 \pm 15,2 ^{bc}
PPV (kg)	0 \pm 0,0 ^a	11,6 \pm 10,0 ^b	8,0 \pm 11,1 ^c

^{a, b} valores en la misma línea con distinta letra indican diferencias estadísticamente significativas entre tiempos de transporte ($P \leq 0,05$).

5.2.- Peso y rendimiento centesimal de la canal

CUADRO 2.1.- Promedios y desviación estándar (D.E) del peso de la canal caliente y rendimiento centesimal de la canal en base a peso vivo matadero (RCM) y en base al peso vivo pre-faenamiento (RCPF) en novillitos faenados posterior a un transporte corto (3 h) y a un transporte largo (16 h).

Variables	Tiempo de Transporte	
	Transporte corto (3 h) promedio \pm D.E.	Transporte largo (16 h) promedio \pm D.E.
PCC (kg)	265,5 \pm 10,6	263,7 \pm 10,0
RCM (%)	54,7 \pm 1,8 ^a	55,8 \pm 1,8 ^b
RCPF (%)	56,0 \pm 2,2	56,0 \pm 1,7

^{a, b} valores en la misma línea con distinta letra indican diferencias estadísticamente significativas entre tiempos de transporte ($P \leq 0,05$).

En el cuadro 2.1 se aprecia que el peso de la canal caliente tanto tras el transporte corto como largo presentó promedios similares ($P > 0,05$). En relación al rendimiento centesimal de la canal en base al peso de llegada a matadero, los novillitos transportados por 16 horas presentaron un RCM significativamente mayor ($P \leq 0,05$) comparados con los novillitos transportados por 3 horas; sin embargo, el rendimiento centesimal en base a peso previo faena (RCPF) fue similar entre ambos tiempos de transporte (ver anexos 1 al 6).

En el cuadro 2.2 se observa que el peso de la canal caliente fue similar en las tres condiciones de reposo ($P > 0,05$) con una tendencia a disminuir con el mayor tiempo de reposo ante-mortem. En el caso del rendimiento centesimal en base al peso de llegada a matadero (RCM) no se apreciaron diferencias significativas ($P > 0,05$) entre los distintos grupos; sin embargo, el grupo de novillitos faenados inmediatamente posterior a la llegada a matadero presentó un rendimiento centesimal en base a peso previo faena (RCPF) significativamente menor ($P \leq 0,05$) que los grupos con 12 horas de reposo (ver anexos 1 al 6).

CUADRO 2.2.- Promedios y desviación estándar (D.E) del peso de la canal caliente y rendimiento centesimal de la canal en base a peso vivo matadero (RCM) y en base al peso vivo pre-faenamiento (RCPF) en novillitos faenados inmediatamente luego de la llegada a matadero y sometidos a un reposo de 12 horas en corrales sin techo y corrales con techo.

Variable	Condición de reposo ante-mortem		
	Faena inmediata promedio \pm D.E.	Reposo 12 horas corrales sin techo promedio \pm D.E.	Reposo 12 horas corrales con techo promedio \pm D.E.
PCC (kg)	266,2 \pm 11,7	264,2 \pm 9,6	263,4 \pm 9,4
RCM (%)	55,2 \pm 1,9	55,1 \pm 2,0	55,6 \pm 1,7
RCPF (%)	55,2 \pm 1,9 ^a	56,4 \pm 1,9 ^b	56,5 \pm 1,8 ^{bc}

^{a, b, c} valores en la misma línea con distinta letra indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($P \leq 0,05$).

5.3.- Concentración de glucógeno hepático y muscular post-mortem

CUADRO 3.1.- Promedios y desviación estándar (D.E) de las concentraciones de glucógeno hepático y muscular ($\mu\text{mol/g}$) en novillitos faenados posterior a un transporte corto (3 h) y a un transporte largo (16 h).

Variables	Tiempo de Transporte	
	Transporte corto (3 horas) promedio \pm D.E.	Transporte largo (16 horas) promedio \pm D.E.
Glucógeno hepático $\mu\text{mol/g}$	84,7 \pm 37,6 ^a	111,1 \pm 40,02 ^b
Glucógeno muscular $\mu\text{mol/g}$	27,5 \pm 16,2 ^a	18,0 \pm 12,2 ^b

^{a, b} valores en la misma línea con distinta letra indican diferencias estadísticamente significativas entre tiempos de transporte ($P \leq 0,05$).

En el cuadro 3.1 se observa que en los novillitos transportados por 3 horas se obtuvo una concentración de glucógeno hepático significativamente menor ($P \leq 0,05$) que en los novillitos sometidos a 16 horas de transporte. En relación a la concentración de glucógeno muscular, se encontró que tras el transporte largo los novillitos mostraron promedios significativamente menores ($P \leq 0,05$) en comparación con el transporte corto (ver anexos 7 al 12).

En el cuadro 3.2 se observa que no hubo diferencia significativa ($P > 0,05$) tanto en la concentración de glucógeno hepático como muscular entre los distintos tratamientos; sin embargo, se aprecia que con mayor tiempo de reposo ante-mortem la concentración de glucógeno muscular tendió a disminuir (ver anexos 7 al 12).

CUADRO 3.2.- Promedios y desviación estándar (D.E) de las concentraciones de glucógeno hepático y muscular ($\mu\text{mol/g}$) en novillitos faenados inmediatamente luego de la llegada a matadero y sometidos a un reposo de 12 horas en corrales sin techo y corrales con techo.

Variable	Condición de reposo ante-mortem		
	Faena inmediata promedio \pm D.E.	Reposo 12 horas corrales sin techo promedio \pm D.E.	Reposo 12 horas corrales con techo promedio \pm D.E.
Glucógeno hepático $\mu\text{mol/g}$	98,4 \pm 40,5	100,7 \pm 45,1	98,2 \pm 38,0
Glucógeno muscular $\mu\text{mol/g}$	23,7 \pm 17,8	22,0 \pm 13,5	21,4 \pm 13,8

5.4.- pH de las canales

CUADRO 4.1.- pH promedio de las canales, número y porcentaje de canales con $\text{pH} \geq 5,8$ y de canales con corte oscuro a la vista en los novillitos faenados posterior a un transporte corto (3 h) y a un transporte largo (16 h).

Variables	Tiempo de Transporte	
	Transporte corto (3 horas)	Transporte largo (16 horas)
pH (promedio \pm D.E.)	5,7 \pm 0,3	5,8 \pm 0,3
Canales con $\text{pH} \geq 5,8$	10 (12,5%)	27 (33,8%)
Canales con corte oscuro a la vista	9 (11,3%)	17 (21,3%)

En el cuadro 4.1 se observa que no hubo diferencia significativa ($P>0,05$) entre los valores promedio de pH de las canales de novillitos con distinto tiempo de transporte; sin embargo, tras el transporte largo (16 horas) el valor promedio de pH de las canales sobrepasa el considerado como normal ($\text{pH} \leq 5,8$); además existe un mayor número de canales con $\text{pH} \geq 5,8$ ($n= 27$) y en consecuencia un mayor porcentaje de canales con corte oscuro a la vista (21,3%) en comparación con el transporte corto (3 horas) (ver anexos 7 al 12).

En el cuadro 4.2 se aprecia que los valores promedio de pH de las canales fueron similares ($P> 0,05$) entre los distintos tratamientos. En el caso de los novillitos con 12 horas de reposo en corrales sin techo se observó un mayor número de canales con $\text{pH} \geq 5,8$ ($n= 15$) y en consecuencia un mayor porcentaje de canales con corte oscuro a la vista (25%) en comparación con los otros grupos (ver anexos 7 al 12).

CUADRO 4.2.- pH de las canales, número y porcentaje de canales con $\text{pH} \geq 5,8$ y de canales con corte oscuro a la vista en los novillitos faenados inmediatamente luego de la llegada a matadero y sometidos a un reposo de 12 horas en corrales sin techo y corrales con techo.

Variable	Condición de reposo ante-mortem		
	Faena inmediata promedio \pm D.E.	Reposo 12 horas corrales sin techo promedio \pm D.E.	Reposo 12 horas corrales con techo promedio \pm D.E.
pH	5,8 \pm 0,3	5,8 \pm 0,3	5,8 \pm 0,3
Canales con $\text{pH} \geq 5,8$	10 (17,9%)	15 (28,8%)	12 (23,1%)
Canales con corte oscuro a la vista	5 (8,9%)	13 (25%)	8 (15,4%)

5.5.- Medición de color

CUADRO 5.1.- Promedios y desviación estándar (D.E) de luminosidad (L), tenores de rojo-verde (a) y de amarillo- azul (b) en el músculo *Longissimus thoracis* de novillitos faenados posterior a un transporte corto (3 h) y a un transporte largo (16 h).

Variables	Tiempo de Transporte	
	Transporte corto (3 horas) promedio \pm D.E.	Transporte largo (16 horas) promedio \pm D.E.
L	25,1 \pm 2,4	24,7 \pm 3,2
a	13,7 \pm 1,4	13,6 \pm 2,1
b	8,2 \pm 1,1	8,0 \pm 1,6

En cuanto a los promedios de “L”, “a” y “b” se observa que no existió diferencia significativa ($P>0,05$) entre ambos tiempos de transporte (3 y 16 horas) (cuadro 5.1) ni entre tiempo y condición de reposo (cuadro 5.2); sin embargo, se aprecia una tendencia a disminuir los valores con más horas de viaje y de ayuno (ver anexos 7 al 12).

CUADRO 5.2.- Promedios y desviación estándar (D.E) de luminosidad (L), tenores de rojo-verde (a) y de amarillo- azul (b) en el músculo *Longissimus thoracis* de novillitos faenados inmediatamente luego de la llegada a matadero y sometidos a un reposo de 12 horas en corrales sin techo y corrales con techo.

Variable	Condición de reposo ante-mortem		
	Faena inmediata promedio \pm D.E.	Reposo 12 horas corrales sin techo promedio \pm D.E.	Reposo 12 horas corrales con techo promedio \pm D.E.
L	25,6 \pm 2,9	24,5 \pm 2,8	24,6 \pm 2,7
a	13,8 \pm 2,1	13,7 \pm 1,5	13,6 \pm 1,8
b	8,2 \pm 1,5	8,0 \pm 1,2	7,9 \pm 1,3

6. DISCUSIÓN

6.1.- Peso vivo y pérdida de peso

Los novillitos usados en este estudio representan pesos habituales en la comercialización en la X Región (Gallo y col 1999) y concuerdan con la tendencia nacional actual de faenar los bovinos a pesos menores, con menor cobertura grasa (grado 1) y de categoría (V), considerando un peso promedio de alrededor de 480 kg aproximadamente.

Aunque no pudo obtenerse el peso vivo en predio de los animales para poder estimar el destare o pérdida de peso que sufre el ganado desde que se transporta del campo a la feria o al matadero, el hecho que el peso vivo a la llegada a matadero fue significativamente mayor en los novillitos transportados por 3 horas en comparación con los novillitos transportados por 16 horas (485 kg y 473 kg en promedio respectivamente, cuadro 1.1) sugiere que hubo mayor pérdida de peso con el mayor tiempo de transporte, considerando que se obtuvieron de un mismo lote de animales, con similar condición a la vista. Esto concuerda con Pérez (1999), Lizondo (2000) y Valdés (2002), quienes registraron mayores pérdidas de peso a mayor tiempo de transporte y con el hecho que el ganado merma aproximadamente un 5% durante las primeras 5 horas sin alimento y luego un 0,2% por hora (Gallo 1994). Se ha visto que las mayores pérdidas de peso en el ganado sometido a ayuno ocurren en las primeras 24 horas (Carr y col 1971), ello debido a que en el bovino el contenido del tracto digestivo equivale entre el 12% y 22% del peso vivo (Hughes 1976).

En relación al tiempo transcurrido entre la llegada a matadero y el momento previo al faenamamiento, si bien los novillitos transportados por 16 horas no aumentaron de peso como lo observado en otros estudios (Pérez 1999, Lizondo 2000, Valdés 2002) al perder significativamente menos kilos vivos en comparación con los novillitos transportados por 3 horas (2,0 kg y 10,8 kg, respectivamente), alcanzaron valores de peso vivo pre faena similares que los de transporte corto (cuadro 1.1). Esto podría deberse a que un mayor tiempo de viaje favorece una mayor pérdida de peso y deshidratación durante el transporte, que a su vez se traduce en un mayor consumo de agua en los corrales de la planta faenadora durante el reposo.

Gallo y col (2000), registraron un aumento de peso entre la llegada a matadero y el pesaje pre-faenamamiento en novillitos transportados por 24 horas comparado con novillitos transportados por 3, 6 y 12 horas, tanto en época de otoño invierno como en primavera verano y ello se atribuyó a la sed con que llegaban los animales luego del viaje. De hecho se observó que inmediatamente después del pesaje a la llegada a matadero, los animales que viajaron más tiempo bebieron más que los otros, lo cual refuerza la importancia de una buena disponibilidad de agua en los bebederos de la planta como una adecuada distribución de los mismos, especialmente para animales que han viajado por largo tiempo.

Estos resultados coinciden también con Alvarado (1999) quien señala que los animales se empiezan a deshidratar desde aproximadamente las 12 horas de transporte, lo que se refleja en un aumento significativo del VGA (Volumen Globular Aglomerado) ($P < 0,05$).

Respecto a la condición de reposo de los animales en los corrales de la planta faenadora se pudo observar que el peso vivo pre faena disminuyó al aumentar las horas de ayuno (cuadro 1.2), registrando un peso promedio significativamente mayor ($P \leq 0,05$) los novillitos faenados inmediatamente posterior a la llegada a matadero en comparación con aquellos con 12 horas de reposo. En cuanto a las pérdidas de peso vivo, éstas fueron significativamente superiores ($P \leq 0,05$) en los animales sometidos a reposo durante 12 horas en ayuno. Debido a que la mayor parte del vaciamiento del tracto digestivo ocurre durante las primeras horas de ayuno (Kirton y col 1972; Bass y Duganzich 1980), esto justificaría la mayor pérdida de peso en los novillitos tras el transporte corto. En cuanto a las pérdidas de peso por ayuno Jones y col (1988) afirman que las pérdidas de peso vivo aumentan con el tiempo, pero que éstas no son lineales en él. De hecho, Knowles y col (1999) resumen que las mayores pérdidas de peso ocurren durante las primeras 24 horas de ayuno, ocurriendo las mayores tasas de pérdidas durante las primeras 12 horas.

Otro aspecto que también se puede apreciar es la diferencia significativa ($P \leq 0,05$) entre los tratamientos sin techo y con techo durante el reposo de 12 horas en ayuno para los cambios de peso vivo, que fluctuaron en 11,6 kg y 8,0 kg, respectivamente (cuadro 1.2) considerando que los animales mantenidos en corrales sin techo se mojaron cada 1 hora por 15 minutos simulando precipitaciones. Según Gallo y col (2001) debe enfatizarse que no sólo el tiempo de transporte y de reposo son importantes sino también las condiciones de los mismos.

Según Dantzer y Mormede (1970) existen muchos factores que influyen, además del tiempo de ayuno, el tipo de alimento consumido y las condiciones climatológicas, como también el ejercicio y estrés al que son sometidos los animales durante el embarque transporte y desembarque. En este caso es posible que al mojar los novillitos cada cierto tiempo se hayan estresado y movido más que los que reposaban tranquilos bajo techo, favoreciendo la pérdida de peso demostrando que las condiciones del reposo son importantes.

6.2.- Peso y rendimiento centesimal de la canal

En este estudio se tuvo un tiempo mínimo de ayuno total (transporte más espera en matadero) de 3 horas y uno máximo de 15 horas en el caso del transporte corto y un mínimo de 16 horas y un máximo de 28 horas en el caso del transporte largo no encontrando diferencias significativas ($P > 0,05$) en el peso de la canal caliente (cuadro 2.1); sin embargo, se observa una tendencia a ir disminuyendo a medida que aumentó el tiempo de ayuno (2.2) como también lo observaron otros autores (Pérez 1999, Lizondo 2000, Valdés 2002, Novoa 2003 y Gallo y col 2003). Estos resultados también concuerdan con Vernon (1980) quien señala que el ayuno cambia el metabolismo de los diferentes tejidos del anabolismo al catabolismo, pero que en los rumiantes el efecto de privación de alimento por un corto período

es contrarrestado por el rumen, necesiándose varios días para que el animal alcance el estado de ayuno.

Respecto al momento en que se inicia la pérdida de peso en las canales los estudios tienen diversos resultados. Algunos autores no han encontrado ningún efecto después de 48 horas (Carr y col 1971) 72 horas (Kirton y col 1972) y hasta 96 horas de ayuno (Kauflin y col 1969). En Chile, Gallo y Gatica (1995) encontraron que a partir de las 60 horas de ayuno el peso previo al sacrificio mostró un evidente descenso y además el peso de la canal caliente tendió a disminuir a medida que aumentó el tiempo de ayuno. Por otra parte Gallo y col (2003) registraron que a partir de las 12 horas de ayuno en corrales en la planta faenadora el peso fue disminuyendo considerablemente. Por ello para evitar posibles pérdidas de peso de canal, parece importante no sólo cuidar los tiempos de transporte, sino las esperas innecesarias en corrales del predio y de la planta faenadora (Gallo 2004).

En cuanto al rendimiento centesimal de la canal caliente en base a peso vivo a la llegada a matadero (RCM) (cuadro 2.1) se encontró que las canales de los novillitos con transporte largo, rindieron un porcentaje significativamente mayor ($P \leq 0.05$) que aquellos con transporte corto. Similares resultados obtuvieron Pérez (1999), Lizondo (2000), y Valdés (2002). El mayor rendimiento (RCM) de canal observado tras el transporte largo se debe a que estos novillitos tuvieron una mayor reducción del contenido gastrointestinal. En el caso del rendimiento centesimal en base al peso previo a faena (RCPF) no se observaron diferencias significativas entre los distintos tiempos de transporte; sin embargo, sí se observó que este rendimiento fue significativamente mayor ($P \leq 0.05$) en los novillitos con 12 horas de reposo en ayuno (cuadro 2.2) en comparación con el grupo faenado inmediatamente posterior a la llegada a matadero, producto de las pérdidas de peso vivo observadas. Además, producto del consumo de agua durante el ayuno, el rendimiento proporcionalmente disminuye, contrario al mayor tiempo de ayuno que lo incrementa. Esto concuerda con lo señalado por Bass y Duganzich (1980) quienes indican que el ayuno condiciona un mayor rendimiento centesimal de la canal, hasta que se comienza a perder peso de la canal propiamente tal. Como en este caso no hubo pérdida significativa de peso de la canal (cuadro 2.2), las diferencias en RCPF sólo se le atribuyen al mayor vaciamiento gastrointestinal, que hizo aumentar el RCPF en los novillitos con 12 horas de reposo en ayuno.

Valores similares de rendimiento centesimal a los de este trabajo registraron Pérez (1999), Lizondo (2000), Valdés (2002) y Novoa (2003) anteriormente. Según Jones (1995) las pérdidas en el rendimiento de la canal registradas después de 48 horas de ayuno, fluctúan en un rango desde un 1% a un 8%, y algunos autores han demostrado reducciones en el rendimiento centesimal de la canal dentro de 24 horas de privación de alimento, en tanto otros estudios no han demostrado efectos en el peso de la canal después de 4 días. En todo caso más importante que el rendimiento proporcional, es el neto de la canal, que si bien no sufrió cambios significativos en los tratamientos realizados, mostró una tendencia a ir disminuyendo con tiempos más largos de transporte y ayuno lo que implica mayor riesgo de perder kg de peso de canal.

6.3.- Concentración de glucógeno hepático y muscular post-mortem

Según Forrest y col (1979), la concentración de glucógeno en el hígado varía desde un 2% a un 18% del peso de este órgano, en tanto en el músculo existen pequeñas cantidades que varían entre un 0,5% a un 13% de su peso fresco. Esto fundamentaría las diferencias encontradas en este estudio entre ambos reservorios (hígado y músculo).

Los animales transportados por 3 horas registraron menor contenido de glucógeno hepático (GH) que los transportados por 16 horas ($P \leq 0,05$) (cuadro 3.1) a diferencia de lo encontrado por Lizondo (2000) y Mencarini (2002) quienes registraron mayores concentraciones de GH tras el transporte corto en comparación con el transporte largo; sin embargo, Sanhueza (1999) señala que si los animales sufren un estrés adicional durante el transporte, aún con distancias cortas puede disminuir la concentración de glucógeno hepático. En el caso del transporte corto, el valor promedio obtenido es menor que los encontrados por Sanhueza (1999), Lizondo (2000) y Mencarini (2002) quienes para un tiempo de transporte de 3 horas y un reposo de 12 horas obtuvieron valores de 114,0 $\mu\text{mol/g}$, 98,8 $\mu\text{mol/g}$ y 112,4 $\mu\text{mol/g}$ respectivamente. Esto podría explicarse debido a que en estos trabajos se emplearon animales suplementados con ensilaje y granos, pudiendo así la alimentación aumentar sus reservas de glucógeno. En el caso del glucógeno muscular (GM) (cuadro 3.1) la concentración en las canales de los novillitos tras el transporte corto fue significativamente mayor ($P \leq 0,05$) que tras el transporte largo, considerando que los promedios obtenidos son similares a otros estudios.

Según Mc Veigh y Tarrant (1982), es importante la alimentación previa al envío a faena, ya que puede ofrecer alguna protección contra la depleción de glucógeno muscular. Los resultados del presente estudio sugieren que los animales presentaron una baja energética desde el predio lo cual se suma al alto gasto energético que implica el transporte y el ayuno representando un riesgo mayor de presentar canales con menor concentración de glucógeno muscular. Amtmann y col (2006) sugieren que los novillitos alimentados con pradera producen en la canal valores de pH más elevados que la alimentación con grano. Dicha susceptibilidad no sería sólo debida a una menor reserva energética, sino que además los novillitos a pastoreo tienen en general menor manejo y contacto con el hombre, haciéndolos más susceptibles al estrés.

Relacionado con el tiempo de reposo ante-mortem en corrales las concentraciones de GH y GM no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los distintos tratamientos (cuadro 3.2) pero sí se observó que producto del aumento del tiempo de reposo en ayuno a que fueron sometidos los animales luego de su llegada a matadero se produjo un aumento en la concentración de glucógeno presente en el hígado y una disminución en la concentración de glucógeno muscular, resultado similar al encontrado por Novoa (2003). El aumento de GH estaría basado en el hecho de que el rumen actúa como un depósito de potenciales nutrientes como también de agua Warriss (1990), y una vez iniciado el reposo en matadero ello habría permitido la utilización del propionato, principal precursor para la producción de glucosa hepática en el rumiante según Immonen y col (2000), para la síntesis de glucógeno a este nivel.

El promedio de glucógeno muscular (GM) obtenido en este estudio tras el transporte corto fue de 27,53 $\mu\text{mol/g}$ valor similar a los obtenidos por Sanhueza (1999), Lizondo (2000) y Mencarini (2002); 24,7 $\mu\text{mol/g}$, 23,6 $\mu\text{mol/g}$ y 32,9 $\mu\text{mol/g}$ respectivamente y tras el transporte largo fue de 18,0 $\mu\text{mol/g}$, similar a lo obtenido por Lizondo (2000) 17,0 $\mu\text{mol/g}$ quien tanto tras el transporte corto (3 h) como largo (16 h) encontró la menor concentración de glucógeno hepático como muscular a las 24 horas de ayuno. Esto puede indicar una tendencia de los niveles de glucógeno muscular a estabilizarse después de transcurridas cierta cantidad de horas de ayuno, o también que el ayuno durante el transporte causa una mayor depleción que el ayuno en reposo.

Jones (1995), indica que los niveles de glucógeno muscular son progresivamente reducidos con largas privaciones de alimento. Además Crouse y col (1984) encontraron que la concentración de glucógeno muscular se reduce significativamente ($P \leq 0.05$) después de 96 horas de ayuno; para el presente estudio el tiempo máximo de ayuno no fue tan prolongado lo cual puede justificar los resultados obtenidos.

Warriss (1990) indica que la disminución de los valores de glucógeno se puede atribuir a la actividad física realizada durante el reposo, originada por los comportamientos de monta y de instauración de jerarquías dentro de los corrales de la planta, así como también por uso de energía para mantención.

Es importante destacar también que existió gran variación entre animales sobre todo en las concentraciones de glucógeno hepático, lo que sugiere que dentro de cada tratamiento estuvieron en ambos extremos de la distribución normal, unos que movilizaron menos y otros en que ocurrió la mayor depleción. Estos resultados indican la gran variación en términos de respuesta individual de los animales lo cual plantea lo interesante que sería estudiar a futuro la posibilidad de seleccionar animales con mayor resistencia al estrés.

6.4.- pH de las canales

Gallo y col (2001), sostienen que a mayor tiempo que pasan en ayuno los animales destinados al sacrificio, ya sea durante el transporte o en reposo posterior en matadero, aumenta la incidencia de pH elevados. En este estudio, aunque no se vió afectado significativamente el valor promedio de pH de las canales ni por el tiempo de transporte ni por las condiciones y tiempo de reposo ante-mortem (cuadros 4.1 y 4.2 respectivamente), sí se observó que en los animales sometidos a transporte largo se presentó un mayor porcentaje de canales con $\text{pH} \geq 5,8$ y también el número más elevado de canales con “corte oscuro” a la vista. Estos resultados coinciden con los de Gallo y col (2003) y Amtmann y col (2006), en cuanto a que a mayor tiempo de transporte y mayor tiempo de ayuno el riesgo de que se presenten canales con corte oscuro aumenta.

Cabe destacar la relación que se encontró entre los valores más bajos de glucógeno muscular de los novillitos y las canales con $\text{pH} \geq 5,8$, así como las canales con corte oscuro a la vista (anexos 13a y 14a). En el caso de los animales transportados por 16 horas se encontró un mayor porcentaje de canales con $\text{pH} \geq 5,8$ y una mayor cantidad de canales con corte oscuro a la vista, registrando una concentración promedio de $18,0 \mu\text{mol/g}$ de glucógeno muscular. Esto coincide con Brown y col (1990), quienes señalan que concentraciones de glucógeno muscular menores a $27,7 \mu\text{mol/g}$ indican probablemente una canal con corte oscuro (considerando un valor de $\text{pH} \geq 6,0$), además indica que concentraciones de glucógeno muscular menores a $50 \mu\text{mol/g}$ resultan en canales con pH elevado.

Ashmore y col (1973) consideran que el ayuno por sí solo sería insuficiente para aumentar el pH muscular; el aumento del pH ocurriría combinado con otros estresores tales como ejercicio excesivo o violentos cambios de temperatura y en este sentido es importante destacar que a mayor tiempo de permanencia de los animales en los corrales de reposo ante-mortem existe una probabilidad más elevada de que sufran un estrés adicional que al permanecer por corto tiempo. En este sentido es importante destacar en lo que concierne a las condiciones de reposo previo a faena (cuadro 4.2), que el grupo de novillitos mantenidos por 12 horas en corrales sin techo registró el mayor porcentaje de canales con $\text{pH} \geq 5,8$ y en consecuencia el mayor número de canales con “corte oscuro” a la vista. Esto podría estar relacionado con el hecho que a este grupo de animales se les mojó cada 1 hora por 15 minutos, causando un estrés adicional en ellos y concuerda con la mayor pérdida de peso encontrada en ellos.

Aunque la respuesta al estrés es muy variable y dependiente de la capacidad de cada animal para responder, resulta evidente que si el agente estresante actúa por más tiempo (transportes y ayunos prolongados) el efecto encontrado será mayor, sea alta o baja la capacidad individual de respuesta de cada animal (Amtmann y col 2006).

Teniendo claro que por reglamentación es necesario un tiempo de reposo ante-mortem para permitir la inspección médico veterinaria se demuestra en este estudio que al faenar lo antes posible los animales una vez llegados a la planta faenadora (lo cual concuerda con las recomendaciones de la OIE 2007a) se reduce la presentación tanto de pH elevados como la presentación de canales con “corte oscuro”.

6.5.- Medición instrumental del color

En Chile se han realizado varios estudios (Sanhueza 1999, Lizondo 2000, Mencarini 2002, Novoa 2003), en los cuales se ha usado la medición de color con el colorímetro Miniscan en el músculo *Longissimus thoracis*. Todos estos estudios se realizaron en novillitos (Chile, 1994), y los valores obtenidos en este estudio para L, a y b son comparables y resultan similares.

De los caracteres que influyen la apariencia de la carne, el color es considerado importante por los consumidores y por ello se usa como indicador de calidad (Narbona 1995). Con respecto al color, aunque no se apreciaron diferencias significativas, se observó en general menores valores de luminosidad (L) a mayor tiempo de transporte y mayor tiempo de espera en corrales (cuadros 5.1 y 5.2 respectivamente). La misma relación se observó para los tenores rojo-verde (a) y amarillo-azul (b) y concuerda con el aumento de cortes oscuros. También Gallo y col (2003) observaron que tras un tiempo de transporte de 3 y 16 horas, a contar de las 12 y 6 horas de reposo respectivamente, comienza el descenso de los valores de “L” y por lo tanto un oscurecimiento de la carne.

Los valores de “L” coinciden con la disminución registrada del glucógeno muscular, el aumento del pH y la cantidad de cortes oscuros a la vista (anexos 13a y 14a). Se analizaron también los valores promedio de L, a y b en aquellas canales con $\text{pH} \geq 5,8$ y en las canales con pH normal, encontrando una relación inversa entre el pH y los valores de L, a y b (anexos 13a y 14a). Esto concuerda con Page y col (2001), quienes señalan que al aumentar el pH los valores de color disminuyen. Además menciona que los valores de a y b están más fuertemente relacionados con los valores de pH, que los de L, lo que también fue observado en este estudio. Los mismos autores explican que el color en el tejido muscular depende de la reflectancia de la luz sobre el agua libre y la mioglobina en su forma oxigenada. Cuando el pH es elevado las proteínas están más estrechamente unidas y existe menor agua libre, entonces las proteínas ligan más agua, las fibras musculares están hinchadas y dejan menos espacio entre las fibras musculares. Por esto la carne que tiene un alto pH aparece de un color más oscuro debido a que existe menos agua libre para reflejar la luz (Warriss 2000).

Es importante destacar que la medición visual directa del color parece ser más útil en la práctica que la medición instrumental, a pesar de lo subjetivo. La subjetividad justamente permite una apreciación que no sólo incluye el color, sino también otras características de calidad que permiten discriminar o no el producto, tales como brillo y apariencia general. En relación a la medición instrumental del color falta una estandarización de los valores de L, a y b en relación a la apreciación visual.

CONCLUSIONES

De los resultados del presente estudio se concluye que:

- Un mayor tiempo de transporte afectó negativamente el peso vivo a la llegada a matadero de los novillitos; sin embargo, los animales con mayor tiempo de transporte registraron una pérdida de peso significativamente menor en la espera en corrales de la planta faenadora que los transportados por 3 horas.
- Un mayor tiempo de transporte, condicionó un mayor rendimiento centesimal de la canal en base al peso vivo a la llegada a matadero. Por otra parte, el rendimiento centesimal en base al peso previo a faena aumentó significativamente al aumentar el tiempo de reposo en corrales.
- Un mayor tiempo de transporte, y un período de reposo en corrales más prolongado, no afectaron significativamente el peso de la canal caliente, aunque se observó una tendencia a disminuir a medida que aumentaron las horas de ayuno total.
- Un mayor tiempo de transporte afectó negativamente las concentraciones de glucógeno muscular y dicha disminución estuvo relacionada con un mayor porcentaje de canales con $\text{pH} \geq 5,8$ y con corte oscuro a la vista. Transportes más prolongados y permanencias más largas en los corrales de reposo ante-mortem sobre todo sin protección (sin techo), aumentaron el porcentaje de canales con $\text{pH} \geq 5,8$ y con corte oscuro a la vista.
- El tiempo de transporte y el tiempo y condición de reposo ante-mortem no afectaron significativamente el color medido en forma instrumental (valores de L, a y b).

7. BIBLIOGRAFÍA

- Aguayo L. 2006. Características del transporte de bovinos desde la XI Región de Aysén hasta Puerto Montt (Chile). *Memoria de titulación*, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile.
- Almonacid M. 2003. Estudio de pH y color muscular en cortes comerciales de canales bovinas normales y con la anomalía “corte oscuro”. Tesis M. V., Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile.
- Alvarado M. 1999. Análisis de las concentraciones sanguíneas de algunas variables indicadoras de estrés por transporte en bovinos. Tesis M. V., Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile.
- Amtmann VA, C Gallo, G van Schaik, N Tadich. 2006. Relaciones entre el manejo ante-mortem, variables sanguíneas indicadoras de estrés y pH de la canal en novillos. *Arch Med Vet* 38, 259-264.
- Ashmore CR, F Carroll, L Doerr, G Tompkins, H Stokes, W Parker. 1973. Experimental prevention of dark - cutting meat. *J Anim Sci* 36, 33-36.
- Bass JJ, DM Duganzich. 1980. A note on the effect of starvation on the bovine alimentary tract and its contents. *Anim Prod* 31, 111-113.
- Broom D. 2003. Transport stress in cattle and sheep with details of physiological, ethiological and other indicators. *Dtsch Tierärztl Wschr* 110, 83-89.
- Brown SN, EA Bevis, P Warriss. 1990. An estimate of the incidence of Dark Cutting Beef in the United Kingdom. *Meat Science* 27, 249-248.
- Caballero S, H Sumano. 1993. Caracterización del estrés en bovinos. *Arch Med Vet* 25, 15-30.
- Carr T, D Allen, P Phar. 1971. Effect of preslaughter fasting on bovine carcass yield and quality. *J Anim Sci* 32, 870-873.
- Chile. 1994. Ministerio de Agricultura. Reglamento sobre el funcionamiento de mataderos, cámaras frigoríficas y centrales de desposte. Decreto N° 342. Publicado en Diario Oficial del 22 de Enero de 1994.
- Chile. 2002. Instituto Nacional de Normalización. Norma Chilena Oficial Nch. 1306. Of. 2002. Canales de bovino: definiciones y tipificación.

- Chile. 2004. Ministerio de Agricultura. Reglamento sobre el funcionamiento de mataderos, cámaras frigoríficas y centrales de desposte. Decreto N° 61. Publicado en Diario Oficial del 9 de septiembre de 2004.
- Chile. 2006. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA) Ministerio de Agricultura, República de Chile. Boletín Estadístico de Comercio Exterior Silvoagropecuario Enero - Diciembre 2006
- Chile. 2007. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA) Ministerio de Agricultura, República de Chile. Resultados preliminares del VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal, noviembre de 2007.
- Crouse J, B Smith, R Prior. 1984. Bovine muscle glycogen as affected by fasting and refeeding. *J Anim Sci* 59, 384-387.
- Dantzer R, P Mormede. 1970. El estrés en la cría intensiva del ganado. Editorial Acribia. España.
- Forrest J, M Judge, E Aberle, H Hedrick, R Merkel. 1979. Fundamentos de la ciencia de la carne. Ed. Acribia, Zaragoza. España.
- Gallo C. 1994. Efecto del manejo pre y post faenamiento en la calidad de la carne. Serie Simposios y Compendios de la Sociedad Chilena de Producción Animal 2, 27-47.
- Gallo C. 2004. Bienestar animal y calidad de carne durante los manejos previos al faenamiento de los bovinos. Resúmenes de XXXII Jornadas Uruguayas de Buiatría, Paysandú, Uruguay, 147-157.
- Gallo C. 2006. Apuntes curso Tecnología de Carnes. Instituto de Ciencia Animal y Tecnología de Carnes, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile.
- Gallo C, C Gatica. 1995. 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, X Carmine, J Correa, S Ernst. 1995. Análisis del tiempo de transporte y espera, destare y rendimiento de la canal de los bovinos transportados desde Osorno a Santiago. Resúmenes de la XX Reunión Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal, 205- 206.
- Gallo C, M Caro, C Villarroel, P Araya. 1999. Características de los bovinos faenados en la X Región (Chile) según las pautas indicadas en las normas oficiales de clasificación y tipificación. *Arch Med Vet* 31 (1), 81-88.

- Gallo C, S Pérez, C Sanhueza, J Gasic. 2000. Efectos del tiempo de transporte de novillos previo al faenamiento sobre el comportamiento, las pérdidas de peso y algunas características de la canal. *Arch Med Vet* 32, 157-170.
- Gallo C, M Espinoza, J Gasic. 2001. Efectos del transporte por camión durante 36 horas con y sin período de descanso sobre el peso vivo y algunos aspectos de calidad de carne bovina. *Arch Med Vet* 33, 43-53.
- Gallo C, G Lizondo, T Knowles. 2003. Effects of journey and lairage time on steers transported to slaughter in Chile. *Vet Rec* 152, 361-364.
- García D. 2000. Introducción. En: Cañeque V, Sañudo C. Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes, Pp 11-16.
- Garrido M, S Bañón. 2000. Medida del pH. En: Cañeque V, Sañudo C. Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes, Pp 147-155.
- Hood DE, P.V Tarrant. 1980. The problem of Dark-Cutting Beef. Martinus Nijhoff Publishers. The Hague, Netherland.
- Hughes J. 1976. Short term variation in animal live weight and reduction of its effects on weighing. *ABA* 44, 111-118
- Immonen C, M Ruusunen, E Puolanne. 2000. Some effects of residual glycogen concentration on the physical and sensory quality of normal pH beef. *Meat Science* 55, 33-38.
- Jones SD. 1995. Quality and grading of carcasses of meat animals. Agriculture and Agri- Food Reserch Centre Lacombe, Alberta, Canada. CRC Press.
- Jones SD, A Schaefer, A Tong, B Vincent. 1988. The effect of fasting and transportation on beef cattle. *Livest Prod Sci* 20, 25-35.
- Kauflin V, DJ Patterson, DM Duganzich. 1969. Effects of preslaughter feeding regime on beef carcass characteristics. Mo Agric. Exp. Stn. Res. Bull. N° 953. Citado por: Jones SD, AL Schaefer, KW Tong, BC Vincent 1988. The effects of fasting and transportation on beef cattle. 2 Quality. *Livestock Prod Sci* 20, 25-35.
- Kirton AH, DJ Patterson, DM Duganzich. 1972. Effect of preslaughter starvation in cattle. *J Anim Sci* 34, 555-559.
- Knowles TG, PD Warris, SN Brown, JE Edwards. 1999. Effects on cattle of transportation by road for up to 31 hours. *Vet Rec* 145, 575-582.

- Lizondo G. 2000. Efectos de diferentes tiempos de transporte y ayuno sobre las pérdidas de peso y características de la canal en novillos. II Primavera- Verano. Tesis M. V., Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile.
- Mc Veigh JM, V Tarrant. 1982. Glycogen content and repletion rates in beef muscle, effect of feeding and fasting. *J Nutr* 112, 1306-1314.
- Mencarini I. 2002. Efecto de dos densidades de carga y dos tiempos de transporte sobre el contenido de glucógeno hepático y muscular, pH y color de la carne. *Memoria de titulación*, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile.
- Narbona CA. 1995. Estudio sobre la conducta del consumidor y sus cambios como consecuencia de la aplicación de la tipificación de carne bovina: Discriminación por calidad. *Memoria de titulación*, Escuela de Ingeniería en Alimentos, Universidad Austral de Chile.
- Novoa H. 2003. Efectos de la duración y las condiciones del reposo en ayuno previo al faenamiento de los bovinos sobre las características de la canal. *Memoria de titulación*, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile.
- OIE, Organización Mundial de Sanidad Animal 2007a. Código Sanitario para los animales Terrestres. Introducción a las directrices para el bienestar de los animales.
- OIE, Organización Mundial de Sanidad Animal 2007b. Código Sanitario para los Animales Terrestres, 2007. Directrices para el transporte de animales vía terrestre.
- Page JK, DM Wulf, TR Schwotzer. 2001. A survey of beef muscle color and pH. *J Anim Sci* 79, 678-687.
- Pérez SL. 1999. Evaluación del efecto de 3, 6, 12 y 24 horas de transporte sobre el peso vivo, de la canal, frecuencia de contusiones y comportamiento de novillos. Tesis M. V., Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile.
- Sanhueza CA. 1999. Efecto del tiempo de transporte sobre el contenido de glucógeno muscular y hepático, pH, color, fuerza de cizalla y capacidad de retención de agua en la carne de novillos. Tesis M. V., Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile.
- Silva J. 1987. Operaciones de beneficio y su influencia en la calidad. Informativo sobre carne y productos cárneos N° 18, Pp 32-37.
- Tadich N, C Gallo, R Echeverría. 2003. Efecto del ayuno durante dos tiempos de confinamiento y de transporte terrestre sobre algunas variables sanguíneas indicadoras de estrés en novillos. *Arch Med Vet* 35, 171 – 185.

- Truscott TG, E Gilbert. 1978. Effect of fasting on liveweight and subcutaneous fat depth of cattle. *Aust J Exp Agric Anim Husb* 18, 483-487.
- Valdés A. 2002. Efectos de dos densidades de carga y dos tiempos de transporte sobre el peso vivo, rendimiento de la canal y presencia de contusiones en novillos destinados al faenamiento. *Memoria de titulación*, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile.
- Vernon RG. 1980. Lipid metabolism in the adipose tissue of ruminant animals. *Prog Lipid Res* 19, 23-106.
- Warriss PD. 1990. The handling of cattle pre-slaughter and its effects on carcass and meat quality. *Applied Anim Behav Sci* 28, 171-186.
- Warriss PD. 2000. Meat Science: an introductory text. CAB International Publishing. New York, USA.

8. ANEXOS

Anexo 1. Peso vivo matadero (PVM), peso vivo previo al faenamiento (PVPF), cambios de peso durante el reposo en corrales (PVM-PVPF) y su proporción en relación al PVM (PCP), peso de la canal caliente (PCC) y rendimiento centesimal en base al PVM (RCPM) y PVPF (RCPVF) en novillitos faenados inmediatamente, posterior a un transporte de 3 horas.

n° canal	PVM (kg)	PVPF (kg)	PVM-PVPF (kg)	PCP (g/kg)	PCC (kg)	RCPM (%)	RCPVF (%)
961	516	516	0	0,00	279,0	54,07	54,07
962	490	490	0	0,00	258,8	52,82	52,82
963	520	520	0	0,00	293,2	56,38	56,38
964	468	468	0	0,00	244,2	52,18	52,18
965	486	486	0	0,00	271,2	55,80	55,80
966	504	504	0	0,00	292,4	58,02	58,02
967	504	504	0	0,00	273,4	54,25	54,25
968	506	506	0	0,00	276,0	54,55	54,55
969	442	442	0	0,00	246,6	55,79	55,79
970	482	482	0	0,00	260,8	54,11	54,11
971	508	508	0	0,00	270,2	53,19	53,19
972	544	544	0	0,00	287,2	52,79	52,79
973	492	492	0	0,00	264,4	53,74	53,74
974	490	490	0	0,00	266,2	54,33	54,33
2791	462	462	0	0,00	248,8	53,85	53,85
2792	516	516	0	0,00	266,0	51,55	51,55
2793	520	520	0	0,00	278,2	53,50	53,50
2794	492	492	0	0,00	258,6	52,56	52,56
2795	480	480	0	0,00	277,2	57,75	57,75
2796	472	472	0	0,00	261,8	55,34	55,34
2797	478	478	0	0,00	252,0	52,72	52,72
2798	492	492	0	0,00	265,6	53,98	53,98
2799	468	468	0	0,00	253,2	54,10	54,10
2800	482	482	0	0,00	273,8	56,80	56,80
2801	474	474	0	0,00	256,0	54,01	54,01
2802	470	470	0	0,00	267,6	56,94	56,94
2803	480	480	0	0,00	257,4	53,63	53,63
2804	504	504	0	0,00	279,8	55,52	55,52
Promedio	491	491	0	0,00	267,1	54,44	54,44
D.E. ±	21,7	21,7	0	0,00	13,0	1,67	1,67

Anexo 2. Peso vivo matadero (PVM), peso vivo previo al faenamiento (PVPF), cambios de peso durante el reposo en corrales (PVM-PVPF) y su proporción en relación al PVM (PCP), peso de la canal caliente (PCC) y rendimiento centesimal en base al PVM (RCPM) y PVPF (RCPPF) en novillitos faenados con 12 horas de reposo en corrales sin techo más lluvia, posterior a un transporte de 3 horas.

n° canal	PVM (kg)	PVPF (kg)	PVM-PVPF (kg)	PCP (g/kg)	PCC (kg)	RCPM (%)	RCPPF (%)
975	474	460	14	29,54	243,4	51,35	52,91
976	458	450	8	17,47	264,0	57,64	58,67
977	508	492	16	31,50	269,8	53,11	54,84
978	504	490	14	27,78	276,8	54,92	56,49
979	492	480	12	24,39	271,0	55,08	56,46
980	470	456	14	29,79	279,4	59,45	61,27
981	490	468	22	44,90	265,0	54,08	56,62
982	462	450	12	25,97	262,6	56,84	58,36
983	496	474	22	44,35	252,8	50,97	53,33
984	468	448	20	42,74	276,4	59,06	61,70
985	470	452	18	38,30	249,6	53,11	55,22
986	494	476	18	36,44	268,0	54,25	56,30
987	472	456	16	33,90	266,4	56,44	58,42
2805	504	468	36	71,43	269,2	53,41	57,52
2806	498	464	34	68,27	258,6	51,93	55,73
2807	480	464	16	33,33	260,0	54,17	56,03
2808	482	452	30	62,24	258,0	53,53	57,08
2809	472	468	4	8,47	270,8	57,37	57,86
2810	498	496	2	4,02	268,4	53,90	54,11
2811	490	470	20	40,82	261,2	53,31	55,57
2812	516	498	18	34,88	270,0	52,33	54,22
2813	494	478	16	32,39	275,2	55,71	57,57
2814	480	458	22	45,83	263,8	54,96	57,60
2815	496	474	22	44,35	270,2	54,48	57,00
2816	470	454	16	34,04	265,8	56,55	58,55
2817	474	462	12	25,32	271,2	57,22	58,70
Promedio	485	468	17	35,86	265,7	54,81	56,85
D.E. ±	15,0	15,0	8,0	15,55	8,4	2,24	2,13

Anexo 3. Peso vivo matadero (PVM), peso vivo previo al faenamiento (PVPF), cambios de peso durante el reposo en corrales (PVM-PVPF) y su proporción en relación al PVM (PCP), peso de la canal caliente (PCC) y rendimiento centesimal en base al PVM (RCPM) y PVPF (RCPPF) en novillitos faenados con 12 horas de reposo en corrales con techo, posterior a un transporte de 3 horas.

n° canal	PVM (kg)	PVPF (kg)	PVM-PVPF (kg)	PCP (g/kg)	PCC (kg)	RCPM (%)	RCPPF (%)
988	510	498	12	23,53	276,0	54,12	55,42
989	494	450	44	89,07	266,8	54,01	59,29
990	442	430	12	27,15	235,2	53,21	54,70
991	454	430	24	52,86	262,0	57,71	60,93
992	474	460	14	29,54	266,2	56,16	57,87
993	488	476	12	24,59	275,2	56,39	57,82
994	486	460	26	53,50	264,8	54,49	57,57
995	474	466	8	16,88	264,0	55,70	56,65
996	478	466	12	25,10	266,4	55,73	57,17
997	462	452	10	21,65	245,8	53,20	54,38
998	486	470	16	32,92	268,6	55,27	57,15
999	454	440	14	30,84	258,6	56,96	58,77
1000	478	462	16	33,47	272,0	56,90	58,87
2818	490	476	14	28,57	263,4	53,76	55,34
2819	490	478	12	24,49	261,0	53,27	54,60
2820	496	478	18	36,29	276,6	55,77	57,87
2821	500	496	4	8,00	272,8	54,76	55,00
2822	470	460	10	21,28	268,0	57,02	58,26
2823	470	460	10	21,28	263,4	56,04	57,26
2824	484	468	16	33,06	267,2	55,21	57,09
2825	488	472	16	32,79	266,6	54,63	56,48
2826	504	462	16	31,75	250,4	49,68	51,31
2827	474	452	22	46,41	259,8	54,81	57,48
2828	510	494	16	31,37	274,6	53,84	55,59
2829	494	472	22	44,53	260,2	52,67	55,13
2830	452	436	16	35,40	249,8	55,27	57,29
Promedio	481	465	16	32,93	263,7	54,87	56,74
D.E. ±	18,0	19,0	8,0	15,42	9,7	1,71	1,96

Anexo 4. Peso vivo matadero (PVM), peso vivo previo al faenamiento (PVPF), cambios de peso durante el reposo en corrales (PVM-PVPF) y su proporción en relación al PVM (PCP), peso de la canal caliente (PCC) y rendimiento centesimal en base al PVM (RCPM) y PVPF (RCPPF) en novillitos faenados inmediatamente posterior a un transporte de 16 horas.

n° canal	PVM (kg)	PVPF (kg)	PVM-PVPF (kg)	PCP (g/kg)	PCC (kg)	RCPM (%)	RCPPF (%)
638	480	480	0	0,00	259,0	53,96	53,96
633	480	480	0	0,00	272,8	56,83	56,83
630	480	480	0	0,00	263,6	54,92	54,92
631	504	504	0	0,00	281,8	55,91	55,91
636	472	472	0	0,00	269,8	57,16	57,16
629	460	460	0	0,00	240,8	52,35	52,35
635	482	482	0	0,00	270,4	56,10	56,10
641	480	480	0	0,00	272,2	56,71	56,71
637	476	476	0	0,00	279,4	58,70	58,70
642	436	436	0	0,00	254,0	58,26	58,26
632	470	470	0	0,00	256,6	54,60	54,6
639	440	440	0	0,00	261,6	59,45	59,45
634	488	488	0	0,00	268,4	55,00	55,00
640	462	462	0	0,00	259,0	56,06	56,06
1023	504	504	0	0,00	277,0	54,96	54,96
1021	464	464	0	0,00	268,6	57,89	57,89
1034	494	494	0	0,00	263,4	53,32	53,32
1030	494	494	0	0,00	276,8	56,03	56,03
1031	480	480	0	0,00	271,8	56,63	56,63
1024	458	458	0	0,00	246,8	53,89	53,89
1027	478	478	0	0,00	283,6	59,33	59,33
1026	470	470	0	0,00	268,4	57,11	57,11
1029	478	478	0	0,00	258,0	53,97	53,97
1022	488	488	0	0,00	270,6	55,45	55,45
1028	452	452	0	0,00	257,0	56,86	56,86
1032	480	480	0	0,00	262,0	54,58	54,58
1033	452	452	0	0,00	249,8	55,27	55,27
1025	492	492	0	0,00	262,4	53,33	53,33
Promedios	474,79	474,79	0	0,00	265,2	55,88	55,88
D.E ±	17,12	17,12	0	0,00	10,5	1,85	1,85

Anexo 5. Peso vivo matadero (PVM), peso vivo previo al faenamiento (PVPF), cambios de peso durante el reposo en corrales (PVM-PVPF) y su proporción en relación al PVM (PCP), peso de la canal caliente (PCC) y rendimiento centesimal en base al PVM (RCPM) y PVPF (RCPFF) en novillitos faenados con 12 horas de reposo en corrales sin techo más lluvia, posterior a un transporte de 16 horas.

n° canal	PVM (kg)	PVPF (kg)	PVM-PVPF (kg)	PCP (g/kg)	PCC (kg)	RCPM (%)	RCPFF (%)
771	456	462	-6	-13,16	254,2	55,75	55,02
769	476	470	6	12,61	270,8	56,89	57,62
765	458	460	-2	-4,37	254,6	55,59	55,35
770	472	456	16	33,90	259,0	54,87	56,80
768	450	452	-2	-4,44	259,6	57,69	57,43
772	470	480	-10	-21,28	272,4	57,96	56,75
766	492	494	-2	-4,07	278,2	56,54	56,32
774	472	460	12	25,42	269,2	57,03	58,52
776	462	456	6	12,99	256,2	55,45	56,18
767	476	474	2	4,20	265,2	55,71	55,95
775	468	454	14	29,91	255,6	54,62	56,30
773	514	490	24	46,69	291,8	56,77	59,55
777	456	446	10	21,93	250,4	54,91	56,14
1036	478	472	6	12,55	250,0	52,30	52,97
1047	474	464	10	21,10	263,6	55,61	56,81
1045	472	480	-8	-16,95	272,8	57,80	56,83
1044	504	488	16	31,75	271,8	53,93	55,70
1035	492	484	8	16,26	263,6	53,58	54,46
1038	492	480	12	24,39	258,0	52,44	53,75
1040	470	450	20	42,55	253,4	53,91	56,31
1039	468	464	4	8,55	247,0	52,78	53,23
1041	460	452	8	17,39	246,0	53,48	54,42
1037	468	472	-4	-8,55	270,0	57,69	57,20
1043	486	482	4	8,23	270,6	55,68	56,14
1042	474	472	2	4,22	262,4	55,36	55,59
1046	478	474	4	8,37	262,6	54,94	55,40
Promedios	474,54	468,77	5,77	11,93	262,65	55,36	56,03
D.E ±	14,99	11,73	8,55	17,72	10,58	1,66	1,51

Anexo 6. Peso vivo matadero (PVM), peso vivo previo al faenamiento (PVPF), cambios de peso durante el reposo en corrales (PVM-PVPF) y su proporción en relación al PVM (PCP), peso de la canal caliente (PCC) y rendimiento centesimal en base al PVM (RCPM) y PVPF (RCPPF) en novillitos faenados con 12 horas de reposo en corrales con techo, posterior a un transporte de 16 horas.

n° canal	PVM (kg)	PVPF (kg)	PVM-PVPF (kg)	PCP (g/kg)	PCC (kg)	RCPM (%)	RCPPF (%)
788	472	474	-2	-4,24	273,8	58,01	57,76
782	460	456	4	8,70	268,2	58,30	58,82
783	462	460	2	4,33	261,2	56,54	56,78
786	484	478	6	12,40	277,0	57,23	57,95
778	472	470	2	4,24	263,8	55,89	56,13
790	450	472	-22	-48,89	256,4	58,04	54,32
784	462	464	-2	-4,33	268,8	58,18	57,93
789	474	478	-4	-8,44	255,8	53,97	53,51
785	480	482	-2	-4,17	274,4	57,17	56,93
787	460	466	-6	-13,04	267,0	58,04	57,30
781	474	458	16	33,76	275,2	58,06	60,09
780	462	458	4	8,66	272,8	59,05	59,56
779	444	446	-2	-4,50	258,0	58,11	57,85
1055	466	450	16	34,33	258,8	55,54	57,51
1051	494	484	10	20,24	273,2	55,30	56,45
1053	484	480	4	8,26	264,2	54,59	55,04
1057	472	464	8	16,95	254,0	53,81	54,74
1048	462	472	-10	-21,65	267,6	57,92	56,69
1054	462	458	4	8,66	249,6	54,03	54,50
1059	476	478	-2	-4,20	261,4	54,92	54,69
1058	456	450	6	13,16	240,4	52,72	53,42
1060	486	490	-4	-8,23	270,6	55,68	55,22
1049	472	480	-8	-16,95	264,4	56,02	55,08
1052	466	478	-12	-25,75	256,6	55,06	53,68
1056	460	460	0	0,00	249,2	54,17	54,17
1050	470	470	0	0,00	260,2	55,36	55,36
Promedios	468,54	468,31	0,23	0,36	263,18	56,22	56,21
D.E ±	11,45	11,73	8,24	17,75	9,18	1,77	1,89

Anexo 7. Presencia de corte oscuro a la vista, valores de pH, L, a, b y glucógeno hepático y muscular en novillitos faenados inmediatamente, posterior a un transporte de 3 horas.

n° canal	corte oscuro	pH	L	a	b	Gluc. Hep. (µmol/g)	Gluc. Mus. (µmol/g)
961	no	5,73	22,45	11,40	6,42	60,29	32,12
962	no	5,58	24,83	13,15	7,93	28,32	31,10
963	no	5,64	26,50	14,05	8,63	90,77	26,61
964	no	5,64	28,23	13,27	8,25	93,54	24,06
965	no	5,67	26,90	13,42	7,74	114,51	21,20
966	no	5,60	27,23	14,67	8,50	44,53	26,05
967	no	5,51	25,65	13,08	8,37	94,03	64,97
968	no	5,48	26,00	12,61	7,63	93,93	70,55
969	no	5,56	21,14	13,69	7,37	27,22	53,80
970	no	5,79	27,97	13,07	8,50	77,89	41,33
971	no	5,67	24,91	12,36	7,13	51,78	52,99
972	no	5,58	25,11	12,33	7,37	94,78	41,47
973	no	5,50	26,58	13,07	8,25	23,34	49,30
974	no	5,61	27,73	11,35	7,72	73,43	51,36
2791	no	5,70	29,11	15,21	10,15	s/r	s/r
2792	no	5,74	24,29	13,97	7,90	s/r	s/r
2793	no	5,75	26,14	14,69	9,03	s/r	s/r
2794	no	5,71	29,12	14,05	9,27	s/r	s/r
2795	no	5,64	26,24	12,76	7,91	s/r	s/r
2796	no	5,66	24,74	13,30	7,77	s/r	s/r
2797	no	5,69	22,79	12,80	7,09	s/r	s/r
2798	no	5,67	27,67	13,97	8,95	s/r	s/r
2799	no	5,80	26,77	13,95	8,64	s/r	s/r
2800	no	5,75	27,05	14,23	8,88	s/r	s/r
2801	no	5,71	27,53	15,86	9,82	s/r	s/r
2802	no	5,68	23,75	13,54	7,70	s/r	s/r
2803	no	5,65	24,85	14,45	8,15	s/r	s/r
2804	no	5,74	24,91	12,86	7,65	s/r	s/r
Promedio		5,66	25,94	13,47	8,17	69,17	41,92
D.E. ±		0,08	1,95	1,03	0,83	29,9	15,7

Anexo 8. Presencia de corte oscuro a la vista, valores de pH, L, a, b y glucógeno hepático y muscular en novillitos faenados con 12 horas de reposo en corrales sin techo más lluvia, posterior a un transporte de 3 horas.

n° canal	corte oscuro	pH	L	a	b	Gluc. Hep. (μmol/g)	Gluc. Mus. (μmol/g)
975	si	6,08	20,28	11,22	6,35	55,14	10,17
976	si	5,98	17,74	11,43	5,77	184,54	3,53
977	no	5,62	25,71	14,98	8,72	146,35	45,13
978	si	5,98	22,77	12,40	7,35	94,22	3,96
979	no	5,63	26,80	14,61	8,91	68,78	50,56
980	no	5,42	25,30	15,02	8,62	81,15	23,82
981	no	5,52	23,08	14,72	8,03	71,85	42,74
982	no	5,48	28,18	14,73	9,25	114,19	40,77
983	no	5,50	25,13	15,25	9,06	90,71	38,55
984	no	5,53	24,25	14,75	8,32	36,08	26,21
985	no	5,63	27,24	13,74	8,67	134,75	30,80
986	no	5,79	23,97	12,44	7,27	83,27	14,91
987	no	5,60	22,79	13,38	7,47	112,43	48,49
2805	no	5,71	26,63	14,85	9,24	138,83	7,06
2806	si	7,03	20,36	10,02	5,39	76,94	7,89
2807	no	5,77	25,96	14,36	8,75	84,78	34,16
2808	si	6,51	17,41	9,72	4,93	123,31	11,25
2809	no	5,69	24,61	15,32	8,70	61,58	39,11
2810	no	5,69	26,67	14,82	8,84	75,11	26,47
2811	no	5,65	25,27	15,02	8,91	87,43	21,93
2812	no	5,60	26,70	14,70	8,69	71,03	26,85
2813	no	5,60	25,16	15,23	8,89	21,84	24,06
2814	no	5,77	25,99	14,21	8,92	112,28	22,15
2815	no	5,63	23,56	13,94	7,99	66,93	20,58
2816	no	5,77	26,94	15,23	9,43	21,52	7,77
2817	si	6,06	23,29	13,12	7,88	33,35	13,57
Promedio		5,78	24,30	13,82	8,09	86,44	24,71
D.E. ±		0,35	2,79	1,64	1,24	39,3	14,4

Anexo 9. Presencia de corte oscuro a la vista, valores de pH, L, a, b y glucógeno hepático y muscular en novillitos faenados con 12 horas de reposo en corrales con techo, posterior a un transporte de 3 horas.

n° canal	corte oscuro	pH	L	a	b	Gluc. Hep. (µmol/g)	Gluc. Mus. (µmol/g)
988	no	5,61	27,51	13,96	8,62	92,96	46,97
989	no	5,70	27,06	12,91	8,43	63,64	2,34
990	no	5,68	23,20	13,97	7,77	56,12	33,49
991	no	5,60	25,39	13,73	8,26	80,95	24,48
992	no	5,53	25,30	14,05	8,63	43,12	36,70
993	no	5,60	25,11	14,37	8,72	107,70	9,05
994	no	5,62	25,49	14,44	8,69	70,88	22,63
995	si	6,65	20,30	9,86	5,51	82,52	4,40
996	no	5,63	26,51	13,71	8,52	105,31	31,22
997	no	5,62	22,54	13,69	7,69	89,92	54,17
998	no	5,64	24,11	13,83	7,68	63,38	25,84
999	si	6,72	18,46	8,66	4,58	119,92	0,08
1000	no	5,52	25,19	12,56	7,13	80,00	s/r
2818	no	5,58	26,45	14,85	8,54	119,00	27,45
2819	no	5,63	26,32	15,54	9,21	142,16	10,96
2820	no	5,74	28,94	14,25	9,36	119,67	18,48
2821	no	5,58	25,54	15,48	9,22	129,04	19,33
2822	no	5,61	26,22	13,59	8,20	115,15	6,78
2823	no	5,66	24,82	14,70	8,77	72,94	32,91
2824	no	5,60	25,70	14,61	8,86	37,15	22,35
2825	no	5,67	25,13	14,43	8,56	120,17	35,26
2826	si	5,83	23,63	12,50	7,25	191,72	12,72
2827	no	5,64	27,00	15,29	9,47	22,24	10,44
2828	no	5,64	25,16	14,01	8,45	130,79	14,84
2829	no	5,57	24,28	14,96	8,65	86,29	18,50
2830	no	5,51	25,26	16,28	9,52	32,52	38,48
Promedio		5,71	25,02	13,86	8,22	91,36	22,39
D.E. ±		0,30	2,16	1,62	1,15	38,6	14,0

Anexo 10. Presencia de corte oscuro a la vista, valores de pH, L, a, b y glucógeno hepático y muscular en novillitos faenados inmediatamente, posterior a un transporte de 16 horas.

n° canal	corte oscuro	pH	L	a	b	Gluc. Hep. (µmol/g)	Gluc. Musc. (µmol/g)
638	no	5,76	26,84	15,62	9,58	114,88	20,84
633	no	5,76	26,84	15,38	8,99	61,54	20,06
630	no	5,78	24,62	16,04	8,80	158,63	7,64
631	no	5,76	26,75	15,08	9,04	127,15	13,89
636	no	5,85	24,05	16,32	8,59	124,99	25,84
629	no	5,66	26,06	16,25	9,70	128,43	10,91
635	no	5,70	28,61	15,65	10,03	95,43	10,14
641	no	5,72	25,70	16,02	9,28	134,18	37,01
637	no	5,77	27,94	15,77	9,93	163,94	6,20
642	no	5,71	28,23	14,95	9,19	55,58	12,98
632	no	5,86	24,85	16,52	9,11	115,83	14,07
639	no	5,75	28,31	14,08	9,16	177,49	10,14
634	no	5,77	25,07	15,00	8,47	156,29	8,89
640	no	5,72	28,07	17,10	10,01	151,95	20,13
1023	no	5,58	30,63	11,83	8,31	71,84	29,39
1021	no	5,53	28,47	14,20	9,07	103,32	26,66
1034	si	6,70	21,00	9,20	5,00	65,38	0,59
1030	no	6,00	21,71	11,33	5,98	152,89	18,14
1031	no	5,88	22,00	12,62	6,83	95,63	12,92
1024	no	5,61	32,41	16,12	11,00	82,87	36,89
1027	si	6,60	19,50	10,00	5,33	108,86	0,18
1026	si	6,65	21,18	9,54	5,41	130,13	1,01
1029	no	5,58	21,80	12,63	6,76	173,57	21,46
1022	no	5,67	24,38	13,92	7,83	88,99	18,11
1028	no	5,56	29,40	18,96	11,22	43,41	6,64
1032	si	6,44	17,40	9,92	4,88	82,87	5,10
1033	si	6,83	20,23	8,63	4,39	117,31	2,16
1025	no	5,67	27,22	15,17	9,45	80,21	10,79
Promedios		5,89	25,3	14,1	8,3	113,0	14,6
D.E. ±		0,38	3,6	2,7	1,9	37,4	10,2

Anexo 11. Presencia de corte oscuro a la vista, valores de pH, L, a, b y glucógeno hepático y muscular en novillitos faenados con 12 horas de reposo en corrales sin techo más lluvia, posterior a un transporte de 16 horas.

n° canal	corte oscuro	pH	L	a	b	Gluc. Hep. (µmol/g)	Gluc. Musc. (µmol/g)
771	no	5,77	29,87	13,31	8,96	65,02	19,55
769	no	5,47	24,69	13,85	8,04	44,14	17,93
765	si	6,07	21,77	11,78	6,33	47,00	0,00
770	si	6,15	21,99	11,50	6,40	31,98	0,00
768	no	5,49	25,19	14,59	8,51	130,22	25,97
772	si	6,12	20,85	13,10	7,05	138,43	17,77
766	no	5,52	26,81	15,86	9,34	99,06	23,45
774	si	6,11	22,67	10,41	5,27	58,31	12,88
776	si	5,91	21,41	12,85	6,61	55,07	10,50
767	no	5,80	24,81	12,57	7,37	83,54	15,92
775	no	5,55	24,45	14,84	8,04	98,74	26,22
773	no	5,61	24,49	14,53	8,26	135,56	22,87
777	no	5,72	28,47	13,87	8,99	49,37	19,05
1036	no	5,57	25,87	15,05	8,69	147,64	23,59
1047	no	5,54	26,46	14,49	9,29	162,84	1,70
1045	si	6,19	20,79	12,19	6,79	138,08	1,68
1044	no	5,60	27,80	13,21	8,34	163,18	31,81
1035	no	5,65	25,78	15,36	9,41	169,08	31,59
1038	no	5,94	22,25	11,18	6,59	128,59	17,79
1040	no	5,65	23,41	13,95	7,99	122,98	55,45
1039	no	5,62	27,38	14,33	8,84	174,24	21,36
1041	no	5,58	26,74	13,95	8,48	171,31	30,51
1037	si	6,20	17,83	11,16	5,76	156,39	3,84
1043	no	5,60	26,07	14,81	9,02	169,51	16,12
1042	no	5,58	27,57	14,59	9,27	107,55	23,52
1046	no	5,69	26,42	14,66	9,33	142,52	28,75
Promedios		5,76	24,7	13,5	8,0	115,0	19,2
D.E. ±		0,24	2,8	1,5	1,2	46,7	12,2

Anexo 12. Presencia de corte oscuro a la vista, valores de pH, L, a, b y glucógeno hepático y muscular en novillitos faenados con 12 horas de reposo en corrales con techo, posterior a un transporte de 16 horas.

n° canal	corte oscuro	pH	L	a	b	Gluc. Hep. (μmol/g)	Gluc. Musc. (μmol/g)
788	no	5,40	26,33	15,41	8,69	126,95	33,80
782	no	5,46	29,30	14,51	9,47	101,27	28,32
783	no	5,60	22,60	13,46	6,90	98,31	9,84
786	no	5,56	27,32	13,74	7,96	61,14	29,49
778	no	5,67	27,42	14,41	9,15	67,81	5,17
790	no	5,53	25,85	14,97	9,05	115,41	34,28
784	no	5,92	23,10	11,02	5,97	73,58	9,10
789	no	5,50	24,36	14,31	8,16	167,69	13,82
785	no	5,76	22,47	12,29	6,87	43,20	10,33
787	si	5,97	21,31	9,90	5,25	77,03	4,22
781	no	5,50	25,40	15,69	8,79	111,86	40,06
780	no	5,52	26,12	14,61	8,62	78,32	53,07
779	no	5,51	27,35	15,34	9,28	87,78	38,22
1055	no	5,56	27,65	15,04	9,47	102,49	30,35
1051	no	5,55	24,36	13,36	8,00	130,17	11,69
1053	si	6,84	19,47	9,56	5,26	149,80	0,41
1057	si	6,22	19,49	11,04	6,14	129,72	11,62
1048	si	6,86	15,79	9,69	5,07	79,51	22,89
1054	no	5,67	28,29	15,59	9,68	175,89	17,58
1059	no	5,75	24,08	14,95	8,43	112,79	15,99
1058	si	6,09	21,38	11,50	6,31	70,02	8,64
1060	no	6,35	22,62	11,06	6,75	114,19	20,39
1049	no	5,62	22,75	14,62	8,10	154,88	40,67
1052	no	5,77	26,38	12,88	8,11	128,48	12,07
1056	no	5,94	23,48	12,52	7,34	35,48	3,52
1050	no	5,99	23,64	13,66	8,04	139,52	25,93
Promedios		5,81	24,2	13,3	7,7	105,1	20,4
D.E. ±		0,39	3,1	1,9	1,4	36,8	13,8

Anexo 13a. Relaciones entre pH, color, glucógeno hepático (GH) y glucógeno muscular (GM) en canales con $\text{pH} \geq 5,8$ de novillitos transportados por 3 horas.

n° canal	pH	L	a	b	GH ($\mu\text{mol/g}$)	GM ($\mu\text{mol/g}$)
2799	5,80	26,77	13,95	8,64		
975*	6,08	20,28	11,22	6,35	55,14	10,17
976*	5,98	17,74	11,43	5,77	184,54	3,53
978*	5,98	22,77	12,40	7,35	94,22	3,96
2806*	7,03	20,36	10,02	5,39	76,94	7,89
2808*	6,51	17,41	9,72	4,93	123,31	11,25
2817*	6,06	23,29	13,12	7,88	33,35	13,57
995*	6,65	20,30	9,86	5,51	82,52	4,40
999*	6,72	18,46	8,66	4,58	119,92	0,08
2826*	5,83	23,63	12,50	7,25	191,72	12,72
Promedio	6,26	21,10	11,29	6,37	106,85	7,51
D.E. \pm	0,4	3,0	1,7	1,4	54,1	4,7

Nota: * canales con corte oscuro a la vista.

Anexo 13b. Promedios y desviación estándar (D.E) de pH, color, glucógeno hepático (G.H) y glucógeno muscular (G.M) en canales con pH normal ($\text{pH} < 5,8$) de novillitos transportados por 3 horas.

	pH	L	a	b	G.H. ($\mu\text{mol/g}$)	G.M. ($\mu\text{mol/g}$)
Promedio	5,63	25,68	14,05	8,42	81,23	30,74
D.E. \pm	0,1	1,6	1,0	0,7	33,7	15,1

Anexo 14a. Relaciones entre pH, color, glucógeno hepático (GH) y glucógeno muscular (GM) en canales con $\text{pH} \geq 5,8$ de novillitos transportados por 16 horas.

n° canal	pH	L	a	b	GH ($\mu\text{mol/g}$)	GM ($\mu\text{mol/g}$)
632	5,86	24,85	16,52	9,11	115,8	14,1
636	5,85	24,05	16,32	8,59	125,0	25,8
1026*	6,65	21,18	9,54	5,41	130,13	1,01
1027*	6,60	19,50	10,00	5,33	108,86	0,18
1030	6,00	21,71	11,33	5,98	152,89	18,14
1031	5,88	22,00	12,62	6,83	95,63	12,92
1032*	6,44	17,40	9,92	4,88	82,87	5,10
1033*	6,83	20,23	8,63	4,39	117,31	2,16
1034*	6,70	21,00	9,20	5,00	65,38	0,59
765*	6,07	21,77	11,78	6,33	47,00	0,00
767	5,80	24,81	12,57	7,37	83,54	15,92
770*	6,15	21,99	11,50	6,40	31,98	0,00
772*	6,12	20,85	13,10	7,05	138,43	17,77
774*	6,11	22,67	10,41	5,27	58,31	12,88
776*	5,91	21,41	12,85	6,61	55,07	10,50
1037*	6,20	17,83	11,16	5,76	156,39	3,84
1038	5,94	22,25	11,18	6,59	128,59	17,79
1045*	6,19	20,79	12,19	6,79	138,08	1,68
784	5,92	23,10	11,02	5,97	73,58	9,10
787*	5,97	21,31	9,90	5,25	77,03	4,22
1048*	6,86	15,79	9,69	5,07	79,51	22,89
1050	5,99	23,64	13,66	8,04	139,52	25,93
1053*	6,84	19,47	9,56	5,26	149,80	0,41
1056	5,94	23,48	12,52	7,34	35,48	3,52
1057*	6,22	19,49	11,04	6,14	129,72	11,62
1058*	6,09	21,38	11,50	6,31	70,02	8,64
1060	6,35	22,62	11,06	6,75	114,19	20,39
Promedio	6,20	21,35	11,51	6,29	100,00	9,89
D.E. \pm	0,3	2,2	1,9	1,1	37,6	8,5

Nota: * canales con corte oscuro a la vista.

Anexo 14b. Promedios y desviación estándar (D.E) de pH, color, glucógeno hepático (G.H) y glucógeno muscular (G.M) en canales con pH normal ($\text{pH} < 5,8$) de novillitos transportados por 16 horas.

	pH	L	a	b	G.H. ($\mu\text{mol/g}$)	G.M. ($\mu\text{mol/g}$)
Promedio	5,63	26,47	14,72	8,86	116,74	22,13
D.E. \pm	0,1	2,1	1,2	0,9	40,6	11,8

Anexo 15. Promedios y desviación estándar (D.E) de las concentraciones de glucógeno hepático (G.H) y glucógeno muscular (G.M) para dos tiempos de transporte y tres condiciones de reposo ante-mortem.

Condición de reposo ante-mortem				
		Faena inmediata promedio \pm D.E.	Reposo 12 horas corrales sin techo promedio \pm D.E.	Reposo 12 horas corrales con techo promedio \pm D.E.
Transporte corto (3 h)	G.H. ($\mu\text{mol/g}$)	69,17 \pm 29,9	86,44 \pm 39,3	91,36 \pm 38,6
	G.M. ($\mu\text{mol/g}$)	41,92 \pm 15,7	24,71 \pm 14,4	22,39 \pm 14,0
Transporte largo (16 h)	G.H. ($\mu\text{mol/g}$)	113,0 \pm 37,4	115,0 \pm 46,7	105,1 \pm 36,8
	G.M. ($\mu\text{mol/g}$)	14,6 \pm 10,2	19,2 \pm 12,2	20,4 \pm 13,8

9. AGRADECIMIENTOS

- Agradezco a Dios el darme tantas oportunidades en mi vida y llegar a estas instancias junto a tantas personas, familia y amigos que siempre estuvieron presente apoyándome de una u otra forma.
- A la Dra. Carmen Gallo, quiero expresar mi más sincera admiración y agradecimiento por su preocupación, dedicación, incentivo y cariño que durante todo este trabajo me entregó.