

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

**EFFECTOS DE LA DURACIÓN Y LAS CONDICIONES DEL REPOSO EN AYUNO
PREVIO AL FAENAMIENTO DE LOS BOVINOS SOBRE LAS CARACTERISTICAS
DE LA CANAL**

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

HÉCTOR PATRICIO NOVOA GALAZ

VALDIVIA – CHILE

2003

PROFESOR PATROCINANTE

Dra. Carmen Gallo St.

Nombre

Firma

PROFESOR COLABORADOR

Dr. Jorge Gasic Y.

Nombre

Firma

PROFESOR COLABORADOR

Dra. Gerdien van Schaik

Nombre

Firma

PROFESORES CALIFICADORES

Dr. Marcelo Hervé A.

Nombre

Firma

Dr. Humberto Del Campo R.

Nombre

Firma

FECHA DE APROBACIÓN: 23 de Octubre de 2003

Con cariño a mis Padres, Hermanos y María Ester.

ÍNDICE

	Página
1. RESUMEN	1
2. SUMMARY	2
3. INTRODUCCIÓN	3
4. MATERIAL Y MÉTODOS	10
5. RESULTADOS	16
6. DISCUSIÓN	23
7. CONCLUSIONES	31
8. BIBLIOGRAFÍA	32
9. ANEXOS	38
10. AGRADECIMIENTOS	51

1. RESUMEN

EFFECTOS DE LA DURACIÓN Y LAS CONDICIONES DEL REPOSO EN AYUNO PREVIO AL FAENAMIENTO DE LOS BOVINOS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL

El objetivo de este estudio fue determinar en bovinos el efecto de la faena inmediata (T1) y del tiempo de reposo en ayuno previo al faenamiento de 12 horas asociado a dos condiciones ambientales (corrales sin techo más lluvia (T2) y corrales con techo (T3)), 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 162 novillitos, efectuando 2 repeticiones en la temporada de primavera (80 animales) y 2 en otoño (82 animales), de similar edad, peso y cobertura grasa, que fueron asignados en forma aleatoria a los tres tratamientos a la llegada a la planta. Los animales fueron previamente transportados por 3 horas en cada repetición, usando el mismo camión, recorrido y densidad de carga; se pesaron a la llegada al matadero, nuevamente 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 1 hora post-mortem muestras de aproximadamente 10 g de tejido hepático y muscular (*Longissimus thoracis*), que fueron congeladas inmediatamente en nitrógeno líquido para su posterior análisis. En la superficie de corte del mismo músculo se midió pH y color (Hunterlab) a las 24 horas post mortem.

Las pérdidas de peso vivo promedio (g/kg) durante el período de ayuno para T2 y T3 fueron de 35.9 y 32.9 respectivamente en primavera y de 24.7 y 28.9 respectivamente en otoño. Las concentraciones promedio de glucógeno hepático ($\mu\text{mol/g}$) fueron también respectivamente de 69.2, 86.5 y 91.4 ($P>0.05$) en primavera y de 55.3, 92.5 y 95.6 ($P\leq 0.05$, menor en T1) en otoño; y para el glucógeno muscular respectivamente de 41.9, 24.7 y 22.4 ($P\leq 0.05$, mayor en T1) en primavera y de 28.2, 22.0 y 27.4 ($P>0.05$) en otoño. Los valores promedios de pH respectivamente para T1, T2 y T3, correspondieron en primavera a 5.7, 5.8 y 5.7 ($P>0.05$) y en otoño a 5.7, 6.1 y 5.9 ($P\leq 0.05$, menor en T1). La luminosidad ("L") promedio del músculo *Longissimus thoracis* para T1, T2 y T3 respectivamente fue 25.9, 24.3 y 25.0 ($P\leq 0.05$, menor en T2) en primavera y 25.9, 22.9 y 24.4 ($P\leq 0.05$, mayor en T1) en otoño.

Se concluye que un tiempo de reposo en ayuno de 12 horas en comparación a la faena inmediata produce mayores pérdidas de peso vivo, pero no afecta el peso de la canal, y afecta negativamente la calidad de la carne en cuanto a concentración de glucógeno muscular, pH y color se refiere, viéndose acentuados los efectos por la condición ambiental de corrales sin techo.

Palabras claves: bovinos, ayuno, canales, pH, color.

2. SUMMARY

EFFECTS OF THE DURATION AND CONDITIONS OF A FASTING PERIOD PREVIOUS TO SLAUGHTER ON THE CARCASS CHARACTERISTICS OF CATTLE

The aim of this study was to determine in cattle the effects of immediate slaughter after arrival at the slaughterhouse (T1) and of 12 hours fasting, plus two types of environmental conditions in the case of fasting for 12 hours (pens without roof plus rain (T2) and pens with roof (T3)), on live and carcass weight and on carcass characteristics such as liver and muscle glycogen content, pH and colour of muscle postmortem. The experiments were carried out in one slaughterhouse with a total of 162 steers; in spring two similar experiments with 40 steers each were done and then a repetition of the experiments in autumn (82 animals). The steers were of similar age, weight and fat cover and were assigned at random to the three treatments at arrival at the slaughterhouse. The animals were previously transported for 3 hours, using the same lorry, road journey and stocking density in each experiment. The steers were weighed at arrival at the slaughterhouse and, in the case of fasted steers, again prior to slaughter. The hot carcasses were also weighed in the slaughter line. For the determination of glycogen content, samples of approximately 10 g of hepatic and muscular (*Longissimus thoracis*) tissue were taken within 1 hour after slaughter and frozen immediately in liquid nitrogen for further analysis. The pH and colour (Hunterlab) were measured on the same muscle 24 hours after slaughter.

The average live weight losses (g/kg) during fasting for T2 and T3 respectively were 35.9 and 32.9 in spring and 24.7 and 28.9 in autumn. The average concentrations of hepatic glycogen ($\mu\text{mol/g}$) were respectively 69.2, 86.5 and 91.4 ($P>0.05$) in spring and 55.3, 92.5 and 95.6 ($P\leq 0.05$, lower in T1) in autumn; and for the muscle glycogen respectively 41.9, 24.7 and 22.4 ($P\leq 0.05$, higher in T1) in spring and 28.2, 22.0 and 27.4 ($P>0.05$) in autumn. The mean pH for T1, T2 and T3 respectively corresponded in spring to 5.7, 5.8 and 5.7 ($P>0.05$) and in autumn to 5.7, 6.1 and 5.9 ($P\leq 0.05$, lower in T1) respectively. The mean lightness ("L") value of *Longissimus thoracis* muscle for T1, T2 and T3 respectively was 25.9, 24.3 and 25.0 ($P\leq 0.05$, lower in T2) in spring and 25.9, 22.9 and 24.4 ($P\leq 0.05$, higher in T1) in autumn.

It was concluded that a fasting period of 12 hours in comparison to immediate slaughter produced higher live weight losses but had no effect on carcass weight and negatively affected the meat quality characteristics such as muscle glycogen content, pH and colour ("L"). The effects were enhanced by the environmental condition, being worse in steers in pens without roof plus rain.

Key words: cattle, fasting, carcasses, pH, colour.

3. INTRODUCCIÓN

3.1.- ANTECEDENTES GENERALES.

En Chile, según el último censo agropecuario, existen 4.098.438 bovinos, faenándose en el año 2002 un total de 800.400 cabezas (ODEPA, 2003). En cuanto al total de carne bovina disponible, desde 1997 a la fecha se ha registrado un sostenido descenso, llegando en el año 2002 a las 199.957 toneladas de carne en vara, lo que equivale a una disponibilidad de 14.3 kg per capita (ODEPA, 2003).

Desde el inicio de la etapa de producción, la carne bovina debe traspasar muchas fases antes de llegar al consumidor. A lo largo de todo este sistema de producción es necesario el mantener la calidad de este producto lo más intacta posible para que sus características organolépticas y sanitarias sean las óptimas (Gallo, 1994). Al respecto, varios autores (Thornton, 1971; Forrest y col., 1979) indican que entre la gran variedad de factores que influyen la calidad de la carne están los de carácter ambiental, relacionados con el manejo de los animales con anterioridad al beneficio. Entre estos manejos destaca el transporte de los animales entre los lugares de producción y las plantas faenadoras, y manejos dentro de los corrales de la planta, como el reposo en ayuno (Villarrol y col., 2001; Gallo y col., 2003).

En Chile, la mayor parte de la producción bovina se concentra en la zona Sur del país, mientras que el beneficio y consumo se realizan de preferencia en la región Metropolitana. Debido a esto es que los animales son transportados largas distancias y sometidos a esperas prolongadas sin recibir agua ni alimento (Carmine, 1995; Matic, 1997). Según Carmine (1995) en un estudio sobre los tiempos totales de transporte y espera de bovinos trasladados desde Osorno a Santiago para su beneficio, se obtuvieron 62 horas y 42 minutos de promedio.

En lo relacionado con la espera o reposo del ganado en matadero antes del sacrificio, el reglamento sobre funcionamiento de mataderos, cámaras frigoríficas y centrales de desposte (Chile, 1994), dicta que los animales deben estar en los corrales de espera por un período mínimo de 12 horas y por un máximo de 72 horas. Durante este período de reposo, se provee agua ad libitum pero no alimento, a no ser que se sobrepasen las 48 horas (Chile, 1994). No obstante ello, si existieran causales justificadas se podría acortar o alargar este período. Esta reglamentación actualmente se contrapone con el reglamento sanitario de alimentos (Chile, 1997), el que expresa que el encierro debe efectuarse con un mínimo de 6 horas antes del sacrificio y por un máximo de 48 horas, períodos también factibles de ser modificados según indicación del médico veterinario a cargo de la inspección.

Los objetivos que se buscan al realizar el reposo en ayuno de los animales, son el permitir un vaciamiento parcial del tracto gastrointestinal, una recuperación de los niveles normales de glucógeno muscular y una normalización de las situaciones de estrés del transporte (Forrest y col., 1979). Además permitir que se realice la inspección veterinaria en

pie (Chile, 1997). Sin embargo, en este tiempo de reposo, pueden ocurrir también efectos negativos sobre las características de la canal, tanto cuantitativas como cualitativas, las que se analizarán más adelante.

Para Schaefer y col. (1997), todos los factores que acompañan al reposo previo al faenamiento, en que se incluyen: la suspensión de agua y alimento, el ruido poco familiar, el tiempo inclemente, la mezcla con otros animales de distinta procedencia y los problemas conductuales resultantes; producen pérdidas en el peso vivo y de la canal, así como degradación en la calidad final de la carne.

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

Un aspecto importante relativo al valor económico de la canal, es la proporción de carne que es posible vender a partir de ella (Warriss, 1990). Por ejemplo la muerte de un animal durante el transporte o el período de reposo tiene como consecuencia una pérdida económica prácticamente total; el recorte de la canal producto de contusiones implica una pérdida parcial. Según Carr y col. (1971) y Warriss (1990), también ocurren pérdidas económicamente significativas en el rendimiento (peso vivo y peso de la canal) al someter a los animales a un período de inanición y a las tensiones asociadas con el transporte, situación a que los bovinos son sometidos ya desde que son recolectados del potrero para cargarlos y transportarlos, hasta el momento en que son faenados.

Uno de los principales efectos que provoca la privación de alimento en los animales, es el destare o merma; este es la pérdida de peso vivo total, cuyo mayor porcentaje corresponde a excreciones, es decir, orina, heces y agua en forma de vapor con el aire expirado. 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 ganado merma aproximadamente un 5% durante las primeras 5 horas sin alimento y luego un 0.2% por hora (Goodchild, 1985). Ello es debido a que en el bovino el tracto digestivo equivale entre el 12% y 22% del peso vivo (Hughes, 1976). Esto concuerda con lo que observaron Carr y col. (1971), Bass y Duganzich (1980) y Jones (1995), quienes sostienen que en bovinos privados de alimento las mayores pérdidas de peso ocurren durante las primeras 24 horas. Lo anterior es producto de que el mayor vaciamiento del tracto digestivo ocurre en estas 24 horas (Kirton y col., 1972). Wythes y col. (1981) también encontraron que la mayor pérdida de peso vivo ocurre dentro de los inicios del ayuno (12 horas) y lo atribuyen a la micción y pérdida del contenido gastrointestinal por defecación.

En concordancia con lo anterior, Jones y col. (1988) afirman que las pérdidas de peso vivo aumentan con el tiempo de ayuno, pero que no son lineales en el tiempo. Esta situación

también es indicada por Price (1981) quien utilizó toros privados de alimento y con disponibilidad de agua, encontrando una pérdida promedio de 0.48 kg por hora dentro de las 72 horas, siendo mayor en las primeras 24 horas.

Para Warriss (1990), los principales factores que influyen en el llene del intestino, y por consiguiente en la pérdida de peso vivo inicial, son la cantidad y calidad del alimento consumido.

Carmine (1995), en su estudio de transporte de bovinos entre Osorno y Santiago, obtuvo un destare de 8.8% con una pérdida de peso vivo que llegó a 41.4 kg. Gallo y col. (2000), en los experimentos realizados en otoño-invierno, encontraron pérdidas por transporte de un 6.5% (3 horas), 5.0% (6 horas), 6.0% (12 horas) y un 10.5% (24 horas). En los experimentos realizados en primavera-verano se encontraron pérdidas de 4.6% (3 horas), 7.3% (6 horas), 8.9% (12 horas) y 11.9% (24 horas). Posterior al transporte de los animales, al llegar a matadero, éstos continúan en ayuno durante el reposo obligatorio (Chile, 1994). Este ayuno previo al sacrificio se realiza en general con los siguientes fines:

- a) permitir un vaciamiento parcial del tracto gastrointestinal que facilitaría el eviscerado y faenamamiento en general, disminuyendo también las posibilidades de contaminación con contenidos digestivos.
- b) dar tiempo para la inspección médico veterinaria.
- c) permitir una normalización de las situaciones de estrés del transporte.

Con relación a este último punto es importante que la espera y el ayuno en corrales sean un descanso y no un estrés adicional, debido a lo anormal que puede resultar este ambiente para algunos individuos, por la mezcla con otros individuos, los olores extraños, el hambre, las condiciones ambientales adversas y otras (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 al matadero y el pesaje pre-faenamamiento o post-reposo en los novillos 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.

Cuando la disminución de peso vivo continúa por mucho tiempo, las pérdidas pueden proceder de componentes de la canal, principalmente agua y grasa y no sólo contenido

gastrointestinal (Schaffer y col., 1997). En Chile, Gallo y Gatica (1995) observaron que tiempos de ayuno prolongados (60 horas), pueden producir significativas pérdidas de peso de la canal y de algunos órganos como el hígado. Carmine (1995), encontró que sumando el ayuno del transporte al ayuno del reposo, fácilmente se llega a las 60 horas de ayuno total en los mataderos de Santiago.

Según Vernon (1980), el ayuno cambia el metabolismo de los diferentes tejidos del anabolismo al catabolismo, pero en los rumiantes el efecto de privación de alimento por un corto tiempo es contrarrestado por el rumen, necesiéndose varios días para que el animal alcance el estado de ayuno. Sin embargo, Bass y Duganzich (1980) y Price (1981) indican que un ayuno de tan sólo 24 horas puede provocar una disminución en el peso de la canal de entre 17 a 42 g/kg. Recientemente, en los experimentos realizados por Gallo y col. (2000), en que las horas de ayuno total (transporte sumado al reposo) llegaron a 36, no se observó una disminución significativa del rendimiento centesimal. Sin embargo, Gallo y col. (2003) encontraron que tras el transporte corto (3 horas) y especialmente el transporte largo (16 horas) había una tendencia a disminuir el rendimiento neto (kg) de la canal a mayor tiempo de reposo post-transporte, desde 3 hasta 24 horas.

Kirton y col. (1972) también registraron pérdidas en el peso de la canal, en el peso de la grasa omental, del hígado y pulmón, pero no encontraron ninguna reducción en el peso del corazón. En ninguno de estos estudios se analizó el posible efecto de diferentes condiciones ambientales (clima) durante el ayuno sobre las pérdidas del peso vivo.

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

Las características de la carne principalmente afectadas por el transporte, manejo y ayuno del ganado previo al faenamiento incluyen aquellas como textura, pH, color y humedad (Warriss, 1990).

El descenso del pH, es uno de los cambios más importantes del músculo en su proceso de transformarse en carne. Este fenómeno se produce por la degradación bioquímica del glucógeno muscular en ausencia de oxígeno, luego de la muerte del animal (Forrest y col., 1979). Para Tarrant y Sherington (1980), el pH de carnes normales es inferior a 5.75; mientras que Osoro y col. (1995), Barriada (1995) y Beltrán y col. (1997) lo establecen por debajo de 5.80. Orcutt y col. (1984) son incluso más restrictivos y dan un intervalo de 5.40 a 5.60 para un metabolismo post-mortem normal del animal.

El descenso de pH desde un rango de 6.50 a 7.50 en el músculo vivo se produce normalmente en 24 a 48 horas con temperatura de refrigeración (Forrest y col., 1979; Schmidt-Hebbel, 1984; Hofmann, 1988). El grado de acidez muscular y la velocidad con que se desarrolla la acidez post-mortem, están influenciados por muchos factores tales como especie, tipo de músculo, variaciones entre animales, manejo antes del sacrificio y temperatura ambiente. Se señala como uno de los factores más importantes desde el punto de vista

comercial, la concentración de glucógeno existente al momento del sacrificio y la influencia de la temperatura externa (Hood y Tarrant, 1980). Una depleción del glucógeno muscular antes de la muerte tiene, por lo tanto, efectos directos sobre el pH de la carne post-mortem (Warriss, 1990). El efecto del pH sobre la calidad de la carne está dado por su influencia sobre el sabor, color, terneza, retención de agua y conservabilidad (Hofmann, 1988).

En animales con escasa reserva de glucógeno, el pH de la canal no baja más allá de 5.8 – 6.2, la respiración mitocondrial permanece alta, la mioglobina sufre desoxigenación y la carne toma un color rojo oscuro (Ashmore y col., 1973; Kreikeimeir y col., 1998). Esta anomalía se conoce como “dark cutting beef”, carnes DFD (dark, firm, dry) o “corte oscuro” (Hood y Tarrant, 1980). Estas carnes con $\text{pH} \geq 5.8$ se consideran de calidad anormal, ya que son inapropiadas para el envasado al vacío, debido a su menor vida útil (Wirth, 1987; Schöbitz, 1998).

El color oscuro de la carne de vacuno DFD es organolépticamente poco atractivo para el consumidor, además de poco apropiado para el empaque (Wythes y col., 1981). El color oscuro es discriminatorio entre los consumidores quienes incorrectamente asocian esto a vejez del animal y por lo tanto a pérdida de terneza (Warriss, 1990). Sin embargo, Tornberg (1996) menciona que la carne DFD es usualmente incluso más tierna. Si bien la textura es generalmente considerada como una de las características más importantes para el consumidor (Takahashi, 1996), Narbona (1995) encontró que en Valdivia la característica de mayor importancia para el consumidor al momento de realizar la compra de carne de vacuno es el color.

Dezeure-Wallays y col. (1984) indican que muestras de carne con corte oscuro, en relación con muestras normales, tienen bajos valores de luminosidad, indicando un menor brillo en el color. Gallo y col. (2003) encontraron en novillos con transporte corto (3 horas) y 24 horas de ayuno un menor promedio de luminosidad en las canales, que con 3, 6 y 12 horas de ayuno. Estos valores fueron similares a los de novillos con transporte largo (16 horas) pero sometidos a menor tiempo de ayuno (3 y 6 horas). Los resultados de luminosidad coinciden con la disminución obtenida en el glucógeno muscular, el aumento del pH y la cantidad de cortes oscuros a la vista, todo lo cual indica una disminución de la calidad de las carnes con mayor tiempo de ayuno. Lo anterior se relaciona con el hecho que en el animal privado de alimento antes del beneficio, se provoca una disminución del glucógeno contenido en el músculo, que es proporcional con el tiempo que dure la privación (Prado y Maino, 1990).

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 (Almonacid, 2003). Esto puede reflejar un mayor uso de los músculos del lomo y del cuarto trasero durante la actividad física (por ejemplo comportamiento de monta) asociada con el vaciamiento del glucógeno (Warriss, 1990). El *m. Longissimus thoracis* es el mejor indicador para identificar la presencia de “corte oscuro”, porque muestra mayor tendencia a tener valores de pH altos y cambiar la coloración antes que otros músculos (Price y Schweigert, 1976; Tarrant y Sherington, 1980.)

Hedrick y col. (1959), Grandin (1992), y Smith y col. (1993) identificaron el sexo del animal, el tipo biológico y el uso de promotores de crecimiento como contribuyentes potenciales a un aumento de la incidencia de corte oscuro. Además de estos factores, se pueden incluir el manejar el ganado en lotes numerosos, ganado de menor peso, y mayor tiempo de permanencia en la planta antes de la matanza (Kreikemeier y col., 1998).

Además de lo anterior, se debe considerar que durante el reposo en ayuno los animales pueden exponerse a varios factores ambientales como 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 le 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). Por ello, otro factor cuya influencia resulta decisiva para alcanzar un pH adecuado, además del tiempo de privación de alimento, es un manejo no estresante durante las etapas de transporte y ayuno previo al sacrificio (Barriada, 1995).

En Chile, Palma (1990) observó que entre los factores ambientales más importantes en la presentación del problema de corte oscuro en bovinos, están el transporte en camión y el tiempo de ayuno. Otros factores como el clima, especialmente el frío acompañado de lluvias y vientos, inciden también sobre la calidad de la carne (Shorthose, 1982). Se ha reportado que la ocurrencia de corte oscuro es mayor cuando el tiempo es muy caluroso o cuando existen grandes fluctuaciones en la temperatura en cortos períodos (Scanga y col., 1998). El hambre, agotamiento y temor combinados, pueden originar una considerable pérdida de glucógeno muscular, lo que a su vez repercute en un alto pH final. Según Thornton (1971), para producir un alto pH muscular, el temor o la excitación (estrés) deben durar unas 24 horas.

Bajo determinadas condiciones durante el transporte y el reposo hay muchos factores ambientales que son estresantes para los animales. 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).

Cuando las temperaturas comienzan a ser más frías que aquellas a las que los animales están acostumbrados, éstos comienzan a utilizar procesos adicionales para producir y conservar el calor corporal. Los temblores pueden reducir los niveles de glucógeno muscular. En contrapartida, las temperaturas altas exigen una gran actividad de los mecanismos de enfriamiento del animal. Muchas veces la temperatura muscular se elevará debido a la incapacidad del animal de disipar calor, pudiendo llegar a temperaturas de 42°C - 43°C. Temperaturas tan altas aceleran reacciones metabólicas, tales como la hidrólisis del ATP y la glucólisis (Forrest y col., 1979).

Según Forrest y col. (1979), la humedad del aire influencia los efectos de la temperatura. La interacción de ambas determina en gran parte el confort de los animales. Los niveles de humedad altos aumentan el malestar de los animales expuestos a temperaturas frías o calientes durante períodos de tiempo cortos. Cuando los animales necesitan enfriarse, la humedad del aire hace más difícil la pérdida de calor por la respiración. En ambientes fríos la humedad del aire aumenta la velocidad de la pérdida calórica directa del organismo.

Warner y col. (1986), encontraron en novillos sometidos a 72 horas de ayuno previo al faenamiento y a condiciones ambientales de frío, un alza en los valores de pH. Esto estuvo relacionado, con una reducción de los niveles de glucógeno muscular y hepático comparado con novillos sometidos a ayuno al resguardo del frío y se reflejó en una coloración más oscura de la musculatura de dichos animales post-mortem.

En la actualidad, el manejo más común de los bovinos es el de hacerlos llegar a la planta faenadora en la tarde del día previo a la faena, por lo que permanecen toda la noche en reposo y ayuno, lo que significa un tiempo mínimo de 12 horas. Debido a los antecedentes anteriormente expuestos, en que se demuestra que el tiempo de ayuno y las condiciones a que son sometidos los animales durante la espera en la planta faenadora, influyen sobre las pérdidas de peso corporal y pueden afectar la calidad de la carne, esta situación está siendo evaluada con el objetivo de modificar la actual legislación (Chile, 1994; Chile 1997) y entregar una mayor flexibilidad a los tiempos de reposo de acuerdo al tiempo de transporte previo y otras condiciones ambientales. La hipótesis de este estudio es que “el tiempo de reposo de 12 horas en ayuno, especialmente si es asociado a condiciones ambientales desfavorables, produce mayores pérdidas de peso de la canal y mayores alteraciones de la calidad de la carne bovina que la faena inmediata”. Específicamente se comparó, en novillitos sometidos a faena inmediata y a 12 horas de reposo en ayuno; y en el caso del encierro de 12 horas además a 2 condiciones ambientales (corrales sin techo con presencia de lluvia, o corrales provistos de techo), los siguientes parámetros:

- a) Pérdidas de peso vivo y de la canal caliente.
- b) Concentración de glucógeno muscular y hepático post-mortem.
- c) pH de la canal fría 24 horas post-mortem y la presentación de canales “corte oscuro”.
- d) Valor de “L” (luminosidad), “a” (tenores de rojo-verde) y “b” (tenores de amarillo-azul) del músculo post-mortem

4. MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo forma parte del proyecto 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 carne”, y se llevó a cabo en el Instituto de Ciencia y Tecnología de Carnes de la Universidad Austral de Chile en colaboración con la Planta Faenadora de Carnes (PFC) “Frial S.A.” de la ciudad de Valdivia.

4.1.- MATERIAL BIOLÓGICO.

Se empleó un total de 162 bovinos (80 en los 2 experimentos realizados en primavera y 82 en los 2 de otoño); 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, 1994a), de un peso aproximado de 450 – 490 kg y similar grado de engrasamiento.

Los animales para cada experimento fueron proporcionados por un solo predio, en donde habían sido engordados bajo las mismas condiciones, manteniéndose en pradera natural hasta el momento en que se recogieron para su transporte a la planta.

4.2.- MATERIALES.

- Un camión con carro para el transporte de ganado.
- Romanas para el pesaje del ganado y de las canales. Para el pesaje individual en vivo se utilizó en la planta faenadora una romana marca Hispana con resolución para 2 kg, con visor electrónico marca Transcell Technology (modelo TI – 500 E Class III). Para el peso de las canales calientes se usó una balanza digital inserta en la línea de faena, marca Pesamatic, con resolución de 100 gramos.
- 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.

4.3.- METODOLOGÍA.

Para el presente trabajo, se realizaron cuatro repeticiones de un mismo experimento, dos en primavera (ambas realizadas en Noviembre de 2002) y dos en otoño (una en Mayo y la otra en Junio de 2003). En cada experimento 40 novillitos eran 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 todos los experimentos. En el último experimento, por pesar algo menos los novillitos, se cargaron 42 animales.

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, recorriendo alrededor de 110 km en cerca de 3 horas; esto considera varias detenciones para revisar los animales.

Los novillitos luego de ser descargados en la planta faenadora, fueron identificados por medio de números marcados con lápices de cera y pesados.

Para cada experimento se utilizó un diseño experimental con tres tratamientos, siendo designados los animales que componían cada uno en forma aleatoria (fig. 1). Un grupo (14 novillitos) fue sacrificado y faenado dentro de 1 hora aproximadamente posterior al pesaje, sin ingresar a corrales de espera (faena inmediata); un segundo grupo (13 novillitos) fue sometido a un reposo de 12 horas en 2 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 2 corrales sin techo de similar capacidad a los anteriores, más la presencia de precipitaciones (reposo 12 horas, corrales sin techo más lluvia). Los novillitos con reposo de 12 horas se mantuvieron privados de alimento y se les ofreció agua a discreción.

En los experimentos realizados en Noviembre de 2002 y Mayo de 2003, debido a la ausencia de lluvias, éstas fueron simuladas utilizando un sistema de mojado por aspersion durante toda la noche, el que se realizó cada 1 hora por un período de 15 minutos. En el experimento realizado durante el mes de Junio de 2003, se comenzó realizando la simulación de igual manera que en los experimentos anteriores, suspendiéndose más tarde producto de la presencia de lluvia natural.

La temperatura ambiental durante los experimentos realizados en primavera osciló entre los 5°C y 18°C; y en los realizados en otoño entre 6°C y 11°C.

Los grupos que se sometieron a un reposo de 12 horas fueron nuevamente pesados al finalizar este período, inmediatamente antes de 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.

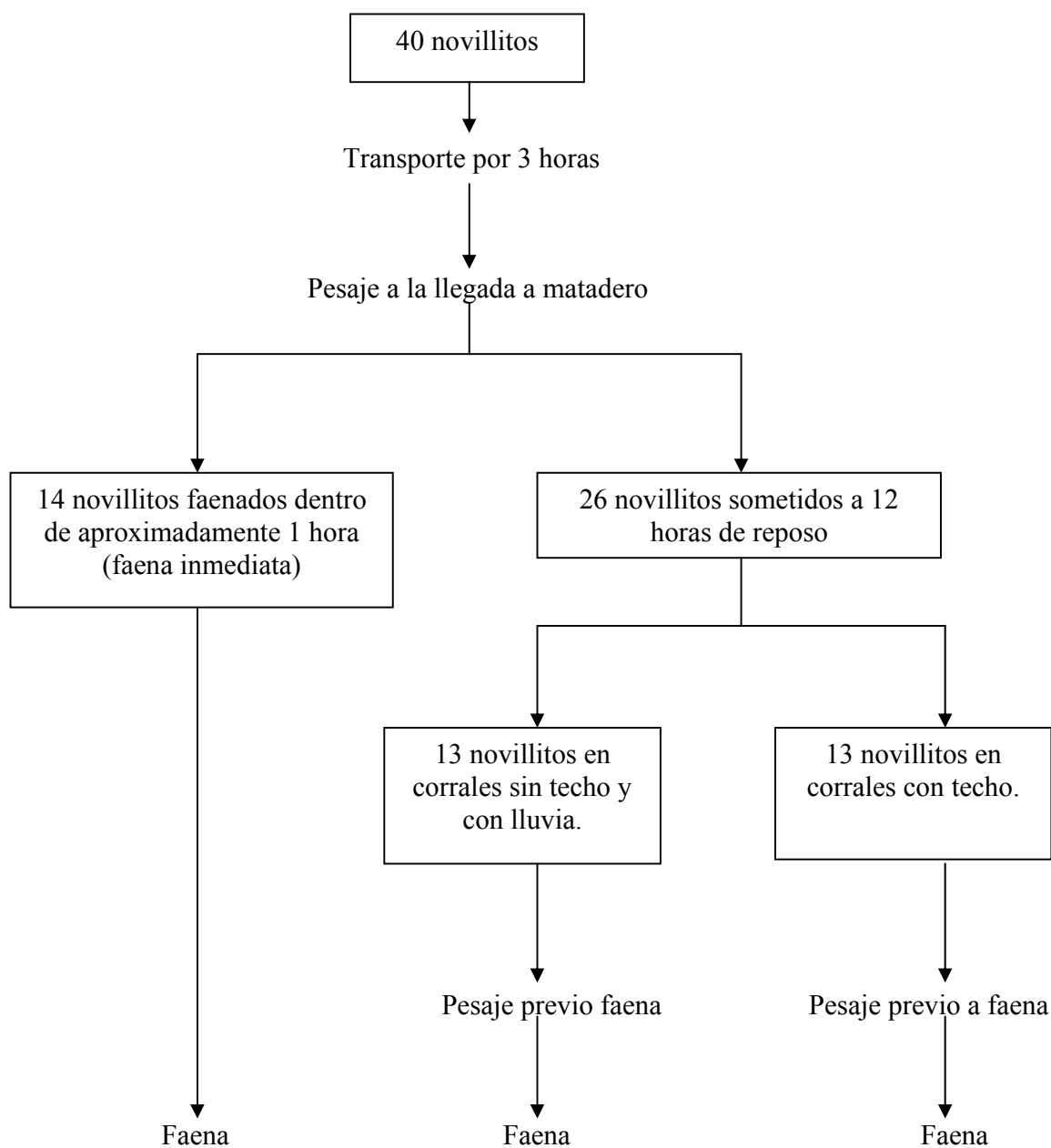


Figura 1. Diseño experimental del estudio sobre la base de dos tiempos de reposo en ayuno y dos condiciones ambientales para los animales con 12 horas de reposo (2 repeticiones en primavera y 2 en otoño).

Las mediciones se realizaron de la siguiente manera:

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 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 registros 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 9^a a 10^a vértebra torácica) y otra de hígado de aproximadamente 10 g cada una, en los animales recién faenados (antes de 1 hora post-mortem). 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 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 de

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 2 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 μ l) se usaron para determinar la glucosa oxidasa, usando el reactivo de Merck 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 μ mol 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 del 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* luego del cuarteo entre la 9^a y 10^a costillas, usando para esto un peachímetro con electrodo de pincho, marca HANNA (modelo HI 90025), el cual, previo a ser utilizado, se calibraba mediante las soluciones control. Se consideró como valor normal un pH < 5.8.

4.3.5.- Color.

La medición objetiva del color se realizó sobre la superficie de corte del músculo *Longissimus thoracis* 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 400 nm y 700 nm. La medición se realizó inmediatamente posterior a la medición de 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 del 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.

Para el análisis de los datos obtenidos se agruparon aquellos obtenidos en las dos repeticiones realizadas en primavera y las dos realizadas en otoño. Se utilizó estadística descriptiva con determinación de promedios, desviaciones estándar y porcentajes para las variables dentro de cada tratamiento en cada estación.

Además se realizó un análisis de varianza de una vía para las variables cuantitativas, con el fin de establecer si existía diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos dentro de cada estación. Esto se realizó sometiendo los datos al programa EPI INFO 2002 revisión 2. Se consideró un nivel de significación estadística con un valor de $P \leq 0.05$.

5. RESULTADOS

5.1.- Peso vivo y pérdida de peso.

En los gráficos 1 y 2 se puede apreciar que en el grupo faenado inmediatamente el PVM y el PVPF son iguales al no haberse sometido a un período de reposo. En ambos grupos sometidos a 12 horas de reposo en ayuno, las disminuciones de peso vivo se presentaron de manera similar, tanto en primavera como en otoño. Los promedios y las desviaciones estándar (D.E.) para cada variable (PVM y PVPF), así como los datos individuales correspondientes se

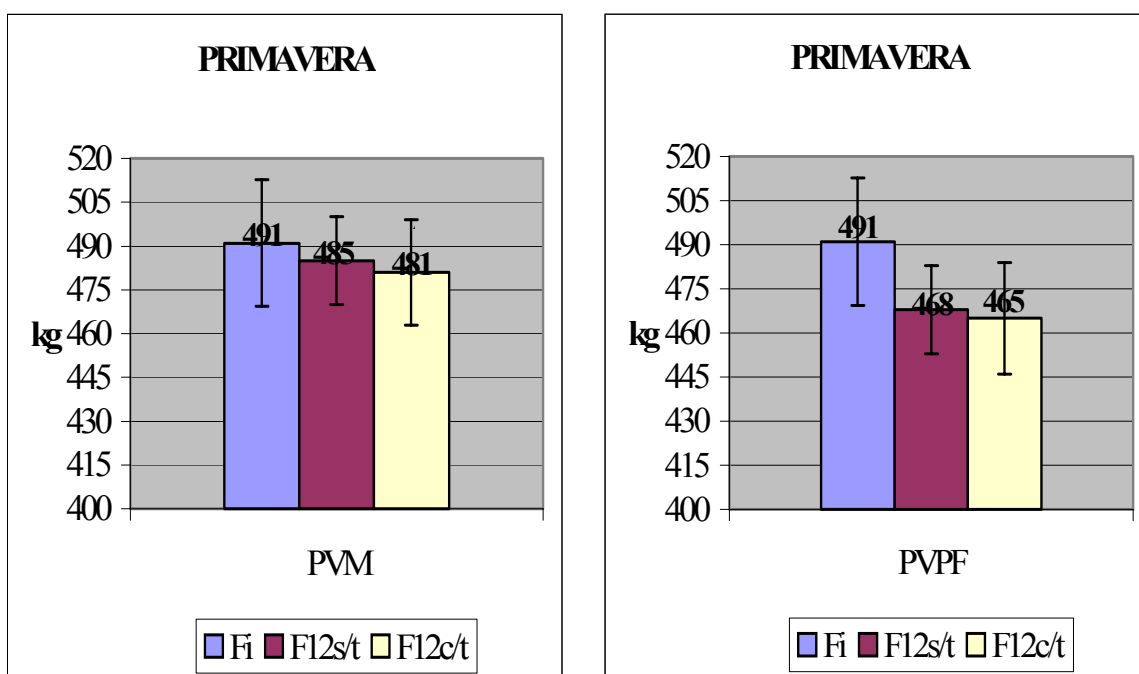


Gráfico 1. Promedios y desviaciones estándar (D.E.) de peso vivo a la llegada a matadero (PVM) y previo al faenamiento (PVPF) de novillitos faenados inmediatamente luego de la llegada a matadero (Fi), y de novillitos sometidos a reposo de 12 horas en corrales sin techo más lluvia (F12s/t) o en corrales con techo (F12c/t) en Primavera.

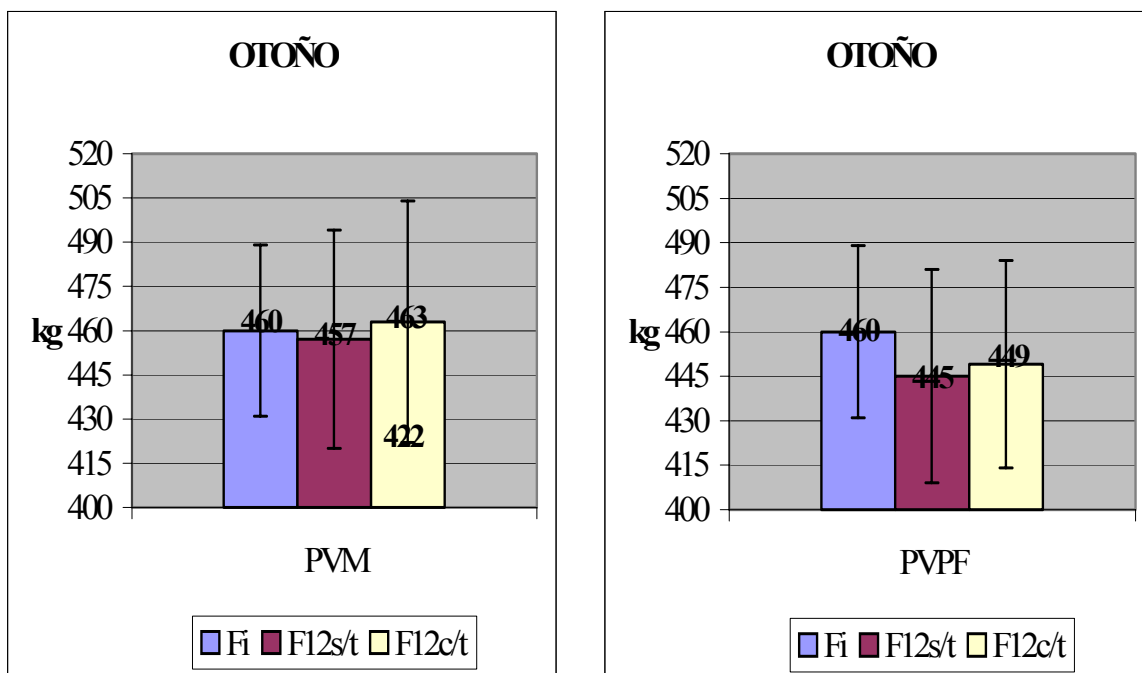


Gráfico 2. Promedios y desviaciones estándar (D.E.) de peso vivo a la llegada a matadero (PVM) y previo al faenamiento (PVPF) de novillitos faenados inmediatamente luego de la llegada a matadero (Fi), y de novillitos sometidos a reposo de 12 horas en corrales sin techo más lluvia (F12s/t) o en corrales con techo (F12c/t) en Otoño.

5.2.- Peso y rendimiento centesimal de la canal.

En el cuadro 1 se puede observar que los pesos de canal fueron similares en todos los tratamientos. En los experimentos realizados en otoño hubo una mayor variabilidad en el peso de la canal, que se tradujo en una mayor desviación estándar, que en los realizados durante primavera, pero sin existir diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos.

CUADRO 1. Peso de la canal caliente (kg) (promedios y desviaciones estándar (D.E.)) de novillitos faenados inmediatamente luego de la llegada a matadero, y de novillitos sometidos a un reposo de 12 horas en corrales sin techo más lluvia o en corrales con techo.

		Faena inmediata	Reposo 12 horas corrales sin techo más lluvia	Reposo 12 horas corrales con techo
Primavera	n	28	26	26
	Promedio D.E.	267.1 a ±13.0	265.7 a ±8.4	263.7 a ±9.7
Otoño	n	28	27	27
	Promedio D.E.	255.5 a ±13.0	248.8 a ±13.2	252.5 a ±15.8

Letras distintas en una línea indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($P \leq 0.05$)

En cuanto a los rendimientos centesimales de la canal, éstos se muestran en el cuadro 2 (ver también anexos 1 y 2).

CUADRO 2. Rendimiento centesimal de la canal caliente en base a peso vivo matadero (RCM) y en base al peso vivo pre-faenamiento (RCPF) (promedios y desviación estándar (D.E.)) de novillitos faenados inmediatamente luego de la llegada a matadero, y de novillitos sometidos a un reposo de 12 horas en corrales sin techo más lluvia o en corrales con techo.

			Faena inmediata	Reposo 12 horas corrales sin techo más lluvia	Reposo 12 horas corrales con techo
Primavera	RCM (%)	n Promedio D.E.	28 54.4 a ±1.7	26 54.8 a ±2.2	26 54.9 a ±1.7
	RCPF (%)	n Promedio D.E.	28 54.4 a ±1.7	26 56.9 b ±2.1	26 56.7 b ±2.0
Otoño	RCM (%)	n Promedio D.E.	28 55.7 a ±3.2	27 54.7 a ±2.9	27 54.7 a ±2.7
	RCPF (%)	n Promedio D.E.	28 55.7 a ±3.2	27 56.1 a ±3.0	27 56.3 a ±2.3

Letras distintas en una línea indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($P \leq 0.05$)

Tanto en primavera como en otoño (cuadro 2) el rendimiento centesimal en base al peso vivo matadero (RCM) fue semejante en todos los grupos ($P>0.05$), fluctuando entre un 54.4% y un 55.7%.

En lo relacionado al rendimiento centesimal en base al peso previo a la faena (RCPF), éste fue menor en los novillitos faenados inmediatamente, observándose diferencias estadísticamente significativas con los de 12 horas de reposo sólo en primavera. En los novillitos sometidos a 12 horas de reposo en ayuno, este rendimiento fue similar bajo ambas condiciones ambientales.

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

CUADRO 3. Concentración de glucógeno hepático y muscular ($\mu\text{mol/g}$) (promedios y desviación estándar (D.E.)) de novillitos faenados inmediatamente luego de la llegada a matadero, y de novillitos sometidos a un reposo de 12 horas en corrales sin techo más lluvia o en corrales con techo.

			Faena inmediata	Reposo 12 horas corrales sin techo más lluvia	Reposo 12 horas corrales con techo
Primavera	Glucógeno hepático $\mu\text{mol/g}$	n Promedio D.E.	14 69.2 a ± 29.9	26 86.5 a ± 39.3	26 91.4 a ± 38.6
	Glucógeno muscular $\mu\text{mol/g}$	n Promedio D.E.	14 41.9 a ± 15.7	26 24.7 b ± 14.4	25 22.4 b ± 14.0
Otoño	Glucógeno hepático $\mu\text{mol/g}$	n Promedio D.E.	28 55.3 a ± 22.9	27 92.5 b ± 37.6	26 95.6 b ± 43.7
	Glucógeno muscular $\mu\text{mol/g}$	n Promedio D.E.	28 28.2 a ± 15.0	26 22.0 a ± 15.8	27 27.4 a ± 15.6

Letras distintas en una línea indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($P \leq 0.05$)

Al analizar el cuadro 3 se observa en los novillitos faenados inmediatamente posterior a la llegada a matadero el menor contenido de glucógeno hepático, tanto en primavera como en otoño, observándose diferencia significativa con los novillitos sometidos a 12 horas de reposo sólo en otoño.

En lo relacionado con el glucógeno muscular, en primavera, los 2 grupos con 12 horas de reposo en ayuno fueron similares, presentando menores promedios que el grupo de faena inmediata. En otoño no se presentaron diferencias significativas entre los 3 tratamientos.

5.4.- pH de las canales.

CUADRO 4. pH de las canales (promedios y desviación estándar (D.E.)) de novillitos faenados inmediatamente luego de la llegada a matadero, y de novillitos sometidos a un reposo de 12 horas en corrales sin techo más lluvia o en corrales con techo.

		Faena inmediata	Reposo 12 horas corrales sin techo más lluvia	Reposo 12 horas corrales con techo
Primavera	n Promedio D.E.	28 5.66 a ±0.1	26 5.78 a ±0.4	26 5.71 a ±0.3
Otoño	n Promedio D.E.	28 5.71 a ±0.2	27 6.13 b ±0.5	27 5.93 b ±0.4

Letras distintas en una línea indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($P \leq 0.05$).

En el cuadro 4 se aprecia que en primavera, hubo similitud entre tratamientos para los promedios de pH ($P > 0.05$), aunque el valor más alto, y muy cercano al límite considerado como anormal, se observó en el grupo con 12 horas de reposo asociado con corrales sin techo y con lluvia.

En otoño, los promedios de pH difirieron entre tratamientos ($P \leq 0.05$), observándose que sólo el grupo faenado inmediatamente posterior a la llegada a matadero logró un promedio considerado como normal. Junto con esto, también se distingue que el grupo con 12 horas de reposo en corrales sin techo más lluvia, fue el que presentó el promedio más elevado.

En el cuadro 5 se observa que durante la temporada de otoño se presentó un mayor número de canales con $\text{pH} \geq 5.8$ ($n= 36$) que en primavera ($n= 10$). Cabe mencionar que por apreciación visual se detectó la presencia de 9 canales con “corte oscuro” al momento del cuarteo de las canales en primavera, y de 17 canales con “corte oscuro” en otoño.

Tanto en primavera como en otoño el grupo de faena inmediata presentó la menor cantidad de canales con $\text{pH} \geq 5.8$ ($n= 1$ y $n= 4$ respectivamente), sin presentar cortes oscuros a la vista en primavera y con sólo 2 cortes oscuros (7.14%) a la vista en otoño. Los grupos con 12 horas de reposo en ayuno, asociado a condiciones ambientales de corrales sin techo y con lluvia de otoño, fueron los que tuvieron más canales con $\text{pH} \geq 5.8$ (74%) y más cortes oscuros a la vista (33.3%) en ambas estaciones.

CUADRO 5. 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 de novillitos sometidos a un reposo de 12 horas en corrales sin techo más lluvia o en corrales con techo.

		Faena inmediata	Reposo 12 horas corrales sin techo más lluvia	Reposo 12 horas corrales con techo
Primavera	Canales con $\text{pH} \geq 5.8$	1 (3.57%) $n= 28$	6 (23.07%) $n= 26$	3 (11.53%) $n= 26$
	Canales con corte oscuro a la vista	0 (0.00%) $n= 28$	6 (23.07%) $n= 26$	3 (11.53%) $n= 26$
Otoño	Canales con $\text{pH} \geq 5.8$	4 (14.28%) $n= 28$	20 (74.07%) $n= 27$	12 (44.44%) $n= 27$
	Canales con corte oscuro a la vista	2 (7.14%) $n= 28$	9 (33.33%) $n= 27$	6 (22.22%) $n= 27$

5.5.- Medición de color.

En cuanto a los promedios de “L” (cuadro 6), se observó en ambas estaciones que los novillitos con 12 horas de reposo en corrales sin techo y con lluvia, fueron los que registraron el menor promedio, presentando diferencia estadísticamente significativa en primavera tanto con el grupo de faena inmediata como con el de 12 horas de ayuno en corrales con techo y en otoño, sólo con el grupo de faena inmediata.

En lo que respecta al tenor de rojo-verde (a), los promedios en primavera fueron similares entre grupos ($P>0.05$). En el caso de la temporada otoño, los promedios de “a” difirieron en los tres grupos, correspondiendo el promedio mayor (14.59) al grupo faenado inmediatamente posterior a la llegada a matadero ($P\leq 0.05$). En lo concerniente al tenor de amarillo-azul (b), se apreciaron resultados con la misma tendencia que para “a”.

CUADRO 6. Promedios y desviación estándar (D.E.) de luminosidad (L), tenores de rojo-verde (a) y de amarillo-azul en el músculo *Longissimus thoracis* de novillitos faenados inmediatamente luego de la llegada a matadero, y de novillitos sometidos a un reposo de 12 horas en corrales sin techo más lluvia o en corrales con techo.

			Faena inmediata	Reposo 12 horas corrales sin techo más lluvia	Reposo 12 horas corrales con techo
Primavera	L	n Promedio D.E.	28 25.9 a ±2.0	26 24.3 b ±2.8	26 25.0 a ±2.2
	a	n Promedio D.E.	28 13.5 a ±1.0	26 13.8 a ±1.6	26 13.9 a ±1.6
	b	n Promedio D.E.	28 8.2 a ±0.8	26 8.1 a ±1.2	26 8.2 a ±1.1
Otoño	L	n Promedio D.E.	28 25.9 a ±2.4	27 22.9 b ±3.3	27 24.4 b ±2.7
	a	n Promedio D.E.	28 14.6 a ±1.9	27 12.1 b ±2.2	27 13.0 b ±2.1
	b	n Promedio D.E.	28 8.8 a ±1.3	27 7.0 b ±1.7	27 7.7 b ±1.5

Letras distintas en una línea indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($P \leq 0.05$)

6. DISCUSIÓN

6.1.- Peso vivo y pérdida de peso.

Al analizar los valores de peso vivo en matadero (PVM) y de canal caliente (PCC) de los animales utilizados en los distintos tratamientos (grafico 1 y 2), se aprecia que éstos fueron similares, siendo su promedio de peso vivo alrededor de 473 kg, valor semejante al de los novillitos que habitualmente se comercializan tanto a nivel regional como nacional y que corresponden a la clase de bovinos más frecuente en la faena (Gallo y col., 1999; ODEPA, 2003).

En el presente estudio, se observa que las pérdidas de peso vivo fueron significativamente superiores ($P \leq 0.05$) en los grupos que se sometieron al reposo en ayuno de 12 horas, que es el mínimo establecido por el actual reglamento de mataderos (Chile, 1994), en comparación con el grupo de faena inmediata. En las 12 horas de reposo el grupo mantenido en corrales sin techo más lluvia perdió en promedio 35.9 g/kg en primavera y 24.7 g/kg en otoño; y el grupo en corrales con techo de 32.9 g/kg y 28.9 g/kg respectivamente (anexos 1 y 2), valores bastante mayores que los señalados por Pérez (1999), quien para sus grupos transportados por tres horas más un reposo de 12 horas, obtuvo pérdidas durante el reposo de 8.4 g/kg en otoño-invierno y 24.1 g/kg en primavera-verano. Es importante señalar que durante el ayuno puede haber pérdidas o ganancias de peso vivo, según si ingieren agua o no, pero se ha visto que tras 3 horas de transporte, los bovinos generalmente siguen perdiendo peso y de forma muy variable, a diferencia de lo que ocurre tras un transporte de 16 horas, tras el cual se producen en general ganancias de peso atribuidas a mayor consumo de agua, producto de la sed con que llegan los animales tras el viaje largo (Lizondo, 2000).

No se estableció diferencias significativas entre los tratamientos con techo y sin techo durante el reposo para los cambios de peso vivo (gráfico 1 y 2), esta situación se debería a que la diferencia entre ambas condiciones no fue tan marcada por el hecho de que no se presentaron grandes fluctuaciones de temperatura durante los experimentos (5°C - 18°C en primavera y 6°C - 11°C en otoño). Además Goodchild (1985) observa que son más importante las diferencias de condiciones durante el período en que se consume el alimento previo a la faena, las que fueron en este trabajo similares para todos los animales.

Otro aspecto que también se puede apreciar en los gráficos 1 y 2 ver también anexos 1 y 2), es que en general los promedios de pérdida de peso vivo (g/kg), fueron mayores en primavera que en otoño, lo que concuerda con lo señalado por Dantzer y Mormede (1970) respecto al efecto de la estación del año. Esto debido a 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. Es así, que las mayores pérdidas de peso vivo observadas en primavera, podrían atribuirse al mayor calor reinante en esa época, lo que provoca mayor deshidratación, además

del hecho que en esta época la pradera se encuentra en su mayor tasa de crecimiento (Figuroa y col., 1985; Teuber, 1987), presentando un alto porcentaje de humedad y bajo contenido de materia seca, lo que se traduce en una rápida digestión y un mayor tránsito intestinal (Porte, 1994). El aspecto relacionado con la mayor disponibilidad de pradera en primavera afectó también el peso de los animales, el que fue superior en esta estación (486 kg) que el obtenido en otoño (460 kg), concordando con observaciones anteriores sobre el mayor peso y grado de engrasamiento de las canales de bovinos en primavera-verano (Gallo y col., 1999).

6.2.- Peso y rendimiento centesimal de la canal.

El peso promedio de canal caliente no se vió afectado significativamente por las 12 horas de reposo en ayuno ni por las características del reposo en ambas épocas en que se realizó el estudio (cuadro 1). Estos resultados concuerdan con Vernon (1980) en lo que respecta al tiempo de ayuno, en el sentido que éste 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 de tiempo es contrarrestado por el rumen, necesitándose varios días para que el animal alcance el estado de ayuno. En resumen entonces, las pérdidas de peso vivo observadas tras el reposo de 12 horas fueron ocasionadas principalmente por el vaciamiento gastrointestinal y no afectaron significativamente el peso de canal.

En relación con el momento en que comienza la pérdida de peso en las canales bovinas, los estudios presentan diversos resultados. Es así que 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). Gallo y Gatica (1995) encontraron en Chile pérdidas significativas de peso de canal después de 60 horas de ayuno. Debido a que en el presente estudio los animales fueron faenados en una planta cercana, se alcanzaron aproximadamente 15 horas de ayuno máximo al sumar el tiempo de transporte (3 horas) y la espera en matadero (12 horas), es decir, menos que el tiempo encontrado por Gallo y Gatica (1995) y esto puede justificar los resultados. Sin embargo, es posible que con un transporte más largo se corran más riesgos de perder peso de canal al asociarse a un reposo de 12 horas, ya que Gallo y col. (2003) encontraron una tendencia a disminuir el peso de la canal en 0.10 kg ($P=0.28$) por hora adicional de reposo. 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, como también lo señala Wythes y col. (1981).

En cuanto a los promedios de rendimiento centesimal de canal caliente obtenidos en este estudio (cuadro 2), éstos son similares a los obtenidos por Pérez (1999), Lizondo (2000) y Valdés (2002) para novillos con 3 horas de transporte y 12 horas de reposo en la planta. Rutinariamente, al realizarse la faena comercial se utiliza el peso vivo a la llegada a matadero (post-transporte) para el cálculo de rendimiento centesimal (RCM), el cual no se vio afectado producto de que todos los animales fueron transportados 3 horas, siendo sometidos a idénticos factores antes y durante el transporte. Sí se obtuvo un aumento del rendimiento centesimal de

la canal respecto al peso previo al faenamiento (RCPF), producto de las pérdidas de peso vivo observadas en las 12 horas de reposo en ayuno (cuadro 2). Esto concuerda con lo señalado por Bass y Duganzich (1980) quienes indican que el ayuno condiciona un mayor rendimiento centesimal de canal, a no ser que se pierda peso de la canal propiamente tal. Como en este caso no hubo pérdidas significativas de peso de la canal (cuadro 1), sólo fue el mayor vaciamiento gastrointestinal que hizo aumentar el RCPF en los novillitos con 12 horas de reposo en ayuno y también que el RCPF fuera mayor que el rendimiento expresado en base al peso vivo a la llegada al matadero (RCM) de los mismos animales.

6.3.- Concentración de glucógeno hepático (GH) y muscular (GM) post-mortem.

La cantidad de glucógeno en el hígado varía desde un 2% a un 18% del peso de este órgano y en el músculo existen pequeñas cantidades que varían entre un 0.5% a un 1.3% de su peso fresco (Forrest y col., 1979). Esto fundamentaría las diferencias encontradas en este estudio entre ambos reservorios con niveles superiores en hígado (cuadro 3).

Los valores promedio de GH que se obtuvieron en los grupos sometidos a reposo (cuadro 3), son menores que los encontrados por Sanhueza (1999), Lizondo (2000) y Mencarini (2002), quienes para tratamientos de tres horas de transporte más un reposo de 12 horas reportaron valores de 114.0 $\mu\text{mol/g}$, 98,8 $\mu\text{mol/g}$ y 112.4 $\mu\text{mol/g}$ respectivamente. Esto puede deberse a que estos trabajos emplearon animales alimentados en sistema de patio de alimentación con ensilaje y granos, pudiendo así la alimentación aumentar sus reservas de glucógeno. Esta situación fue descrita también por Inmonen y col. (2000), quienes encontraron que animales alimentados con una ración energética presentaban mayores promedios de glucógeno. En cuanto al glucógeno muscular (cuadro 3) al comparar los promedios obtenidos en los grupos con reposo, con los obtenidos por Sanhueza (1999) (24.7 $\mu\text{mol/g}$), Lizondo (2000) (23.6 $\mu\text{mol/g}$) y Mencarini (2002) (32.9 $\mu\text{mol/g}$), para tres horas de transporte y 12 horas de reposo, éstos se aprecian muy similares.

Los promedios de GH obtenidos (cuadro 3), muestran que producto del reposo en ayuno a que fueron sometidos los animales luego de su llegada a matadero, se produjo un aumento de la cantidad de glucógeno presente en hígado, aunque sólo se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en otoño, que es cuando se registró el menor contenido de glucógeno inicial (55.3 $\mu\text{mol/g}$). 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). Producto de que el tiempo de transporte utilizado fue corto (3 horas) y no se logra la condición de ayuno para lo que son necesarias de 12 a 24 horas (Kirton y col., 1972; Whythes, 1981), 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 Inmonen y col. (2000), para la síntesis de glucógeno a este nivel.

En el caso del GM, en ambas estaciones se evidenció una depleción de su concentración producto del tiempo de reposo a que se sometieron los animales, aunque sólo se presentó diferencia significativa en primavera ($P \leq 0.05$). Similar relación encontró Lizondo (2000) tras el transporte corto (3 horas). Esta disminución de los valores de glucógeno se podría 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 (Warriss, 1990).

En lo relacionado al efecto de las condiciones ambientales durante el reposo en matadero tanto para el GM como GH, no se observaron diferencias significativas, pudiéndose deber a que no hubo mayor diferencia entre los tratamientos, por el hecho de no haberse registrado grandes variaciones de temperatura, aunque sí se aprecia un menor promedio en el grupo mantenido en corrales sin techo más lluvia y principalmente en otoño, lo que podría corresponder a una menor sensación térmica producto de la mayor humedad y viento en esta época (Forrest y col., 1979).

Otro aspecto importante de comentar es que hubo grandes variaciones entre animales sobretodo en las concentraciones de glucógeno hepático (cuadro 3), lo que sugiere que dentro de cada tratamiento existieron animales que estuvieron en ambos extremos de la distribución normal, unos que movilizaron menos y otros en que ocurrió la mayor depleción. Estos resultados indican que existen grandes variaciones en términos de respuesta individual de los animales con algunos más susceptibles al ayuno y probablemente al estrés que otros, bajo iguales condiciones, siendo algo que otros trabajos también han revelado para indicadores de estrés en sangre tales como cortisol, VGA y creatinfosfoquinasa (Alvarado, 1999; Schwerter, 2001).

En general, tanto el período de reposo en ayuno y en menor grado las condiciones ambientales durante él afectaron negativamente las reservas de glucógeno, principalmente el muscular, lo que se relacionó de forma directa con los valores de pH (altos) y de color de la carne (oscura) (cuadros 4, 5 y 6) como se discutirá más adelante.

6.4.- pH de las canales.

Para que el envasado al vacío sea exitoso y cumpla con el objetivo de prolongar el tiempo de vida útil de la carne al máximo, es fundamental contar con carne de buena calidad, lo cual implica que el pH en el momento de envasado tiene que ser inferior a 5.8 (Wirth, 1987; Schöbitz, 1998). Además Moreno y col. (1999) indican que cuando los cortes se comercializan en fresco, su calidad se deteriora progresivamente a un pH por encima del considerado normal, debido a que este parámetro condiciona la actividad enzimática, el sabor, el color, la terneza y el desarrollo microbiano.

Aunque se obtuvieron diferencias significativas sólo en otoño, de acuerdo a los resultados se aprecia que en general el reposo en ayuno por 12 horas influyó negativamente sobre el valor promedio de pH, produciendo valores promedios más altos (cuadro 4), un mayor número de canales con $\text{pH} \geq 5.8$ y con CO a la vista (cuadro 5).

En lo que concierne a las condiciones ambientales, se refleja en los experimentos de primavera, que el promedio de pH del grupo mantenido en reposo bajo condiciones de corrales sin techo más lluvia, se encuentra muy cerca del límite de ser rechazado para el envasado al vacío, con un promedio de pH de 5.78 (cuadro 4). De hecho en este grupo un 23.1% de las canales de los novillos presentó un pH mayor o igual a 5.8, existiendo seis CO a la vista, de los cuales cuatro canales presentaron valores de pH sobre 6.0, e incluso una superó el valor 7.0 (cuadro 5). En los experimentos de otoño, se observó una diferencia mucho más marcada entre los tres tratamientos, con diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre el grupo de faena inmediata, que fue el único que permaneció dentro del rango considerado como normal, con los dos mantenidos en reposo por 12 horas en ayuno, cuyos promedios son superiores a lo aceptable para envasarlos al vacío. Si bien hay que tener en cuenta que Ashmore y col. (1973) consideran que el ayuno por sí solo sería insuficiente para aumentar el pH muscular y que el aumento de pH ocurriría combinado con otros estresores tales como ejercicio excesivo o violentos cambios de temperatura, es evidente que a mayor tiempo en corrales es más probable que los animales sufran algún estrés adicional que al estar corto tiempo. Fundamentando lo anterior, se aprecia también, que nuevamente el grupo mantenido en reposo en corrales sin techo más lluvia tuvo el promedio más elevado, llegando a superar un pH de 6.0.

Se puede pensar por el hecho de que se obtuvieron valores más elevados de pH en los experimentos de otoño que en primavera, que los bovinos son más susceptibles a condiciones ambientales de frío que a las más templadas. Esta situación también fue descrita por Warner y col. (1986), quienes encontraron que novillos sometidos a 72 horas de ayuno previo al faenamiento en condiciones ambientales de frío, presentaron un alza en los valores de pH, lo que se relacionó a una reducción de los niveles de glucógeno muscular y hepático comparado con novillos sometidos a ayuno al resguardo del frío y se reflejó en una coloración más oscura de la musculatura de dichos animales post-mortem. El hecho que las 2 condiciones ambientales acá no fueron muy diferentes sugiere que la situación empeoraría con temperaturas más frías o con mayores lluvias y que sería recomendable el proveer techo durante el reposo bajo condiciones más extremas.

Otro factor que podría estar influyendo en la obtención de valores de pH más elevados en otoño es la calidad de la alimentación previa empleada. En el presente estudio los animales se encontraban alimentándose exclusivamente de pradera, la cual, durante el otoño presenta un reducido o escaso desarrollo (Figuroa y col., 1985; Teuber, 1987), habiendo además una disminución progresiva en la digestibilidad y en la cantidad de hidrato de carbono soluble contenido en el pasto durante este período (Tarrant y Sherington, 1980). También se ha informado que la concentración de la glucosa en la sangre, precursor esencial del glucógeno muscular, disminuye progresivamente en el ganado alimentado con pradera durante el fin de verano y el otoño (Tarrant y Sherington, 1980). Estos resultados sugieren que una baja disponibilidad de pradera puede originar una inadecuada ingesta de energía en este momento

del año y ello que puede tener un efecto negativo en la síntesis de glucógeno muscular. Probablemente la mayor importancia de este hallazgo es que la alimentación inadecuada reduce o elimina la capacidad de repleción de glucógeno muscular (McVeigh y Tarrant, 1982) y es posible, por consiguiente que este alimento inadecuado produzca un aumento estacional de canales con un pH final alto, como lo encontrado en este estudio.

Si bien en los novillitos con reposo de 12 horas en corrales sin techo más lluvia se detectó el mayor número de canales con $\text{pH} \geq 5.8$ (6 y 20) y el mayor porcentaje de canales con CO a la vista (6 y 9) se observa que por apreciación visual sólo fue posible detectar alrededor del 58% de las canales que presentaron $\text{pH} \geq 5.8$ en este grupo; y sólo un 54.3% del total de canales que presentaron CO (cuadro 5). Respecto a este mismo punto, Gallo y col. (2003) encontraron que de 34 canales que presentaron CO clasificadas en términos de pH, sólo el 55.9% fueron detectadas por apreciación visual. Esto coincide con Warriss (1990), quien señala que si el pH está entre 5.8 y 6.0 la carne tiende a presentar una coloración anormal, pero si el pH es superior a 6.0 la carne toma un color definitivamente oscuro; ello sugiere la necesidad de implementar mediciones objetivas de pH en los mataderos y no sólo usar la apreciación visual.

Otro aspecto importante de destacar, es la relación que se encontró entre los valores de GM de los novillitos y la presencia de canales con pH anormal ($\text{pH} \geq 5.8$) y/o con corte oscuro (CO) (anexo 5). Las canales con CO a la vista presentaron un valor de glucógeno muscular promedio de sólo $9.2 \mu\text{mol/g}$ y las canales con $\text{pH} \geq 5.8$ presentaron un valor promedio de glucógeno de $13.6 \mu\text{mol/g}$. Lo anterior coincide con Brown y col. (1990), quienes señalan que concentraciones de GM menores a $27.7 \mu\text{mol/g}$ indican una alta probabilidad de encontrar canales con CO (las que considera con $\text{pH} > 6.0$). Por otra parte el promedio de GM para las canales normales fue de $32.7 \mu\text{mol/g}$ (anexo 5); también es importante señalar que hubo algunas canales con pH normal que tuvieron menos de $13.6 \mu\text{mol/g}$ de glucógeno muscular, lo que indica que los animales responden de distinta forma (anexo 3). Sin embargo una situación inversa ocurrió con GH: en las canales con $\text{pH} \geq 5.8$, la concentración promedio de GH fue de $99.7 \mu\text{mol/g}$ (anexo 5) y en las canales con pH normal se obtuvo un promedio de $75.7 \mu\text{mol/g}$ (anexo 5).

En resumen, es posible señalar que la permanencia en reposo por 12 horas, período mínimo establecido por el reglamento de mataderos (Chile, 1994), sobre todo bajo condiciones ambientales consideradas como desfavorables, aumentaron la manifestación de canales con pH elevado y cortes oscuros. Por lo tanto parece aconsejable continuar evaluando la posibilidad del faenamiento inmediatamente posterior a la llegada de los animales a matadero o al menos dentro de un máximo de 3 a 6 horas y no un mínimo de 6 horas como señala el reglamento sanitario de los alimentos (Chile, 1997) y considerando también el tiempo de transporte que han cumplido los animales. No obstante, dentro de los objetivos que se buscan con la realización de un ayuno previo a la faena está también aminorar el riesgo de contaminación de la canal con contenido gastrointestinal al realizar el eviscerado; situación también factible de evaluar; y quizás lo más importante, el permitir la inspección médico veterinaria ante-mortem. Esta puede ser la principal limitante para el rápido faenamiento de los animales especialmente en plantas faenadoras que no tienen un inspector

permanentemente, que sería lo ideal, ya que muchas veces se espera a que se reúna cierta cantidad de animales para realizar la inspección. También es importante que por parte de las plantas se realice una organización de la faena, ya que muchas veces son sacrificados primero animales que cronometran un menor tiempo de ayuno por pertenecer a categorías de tipificación de la cual se necesita completar un stock de venta.

6.5.- Medición de color.

Dezeure-Wallays y col. (1984) indican que las muestras de carne con corte oscuro, en relación con muestras normales tienen bajos valores de luminosidad (L), indicando un menor brillo en el color. Con respecto al color (cuadro 6), se pudo observar que el tiempo de ayuno tuvo un efecto negativo sobre los valores de luminosidad "L", ya éstos fueron mayores en los animales faenados inmediatamente tanto en primavera como en otoño ($P < 0.05$), lo que implica un color más claro y brillante. De igual manera, Sanhueza (1999) en un experimento en temporada otoño-invierno encontró una tendencia a disminuir la luminosidad al aumentar las horas de transporte (por consiguiente las de ayuno) aunque también encontró grandes variaciones. 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.

En cuanto a los efectos de las condiciones ambientales, el grupo mantenido en reposo en corrales sin techo más lluvia presentó el menor valor promedio de L (aunque difirió significativamente sólo en primavera) y el mayor número de canales con cortes oscuros. Los resultados de "L" coincidieron con la disminución obtenida en el glucógeno muscular y el aumento del pH y la cantidad de cortes oscuros a la vista. El hecho que bajos valores de "L", estén relacionados con altos valores de pH, concuerda también con lo observado anteriormente en Chile por Sanhueza (1999) y Lizondo (2002).

Dezeure-Wallays y col. (1984), encontraron en novillos promedios de "L" para canales con corte oscuro, de 26.9 ± 2.0 y para canales normales de 32.0 ± 0.9 ; estos valores son superiores a los obtenidos en Chile. Las diferencias en los valores promedio pueden deberse a distintos tipos de crianza, las razas, la edad de sacrificio y otras características que son propias de cada país y que pueden afectar el color. Es necesario por lo tanto realizar comparaciones con resultados nacionales y de animales de similar edad y características.

En Chile se han realizado varios estudios (Sanhueza, 1999; Lizondo, 2000; Mencarini, 2002), en los cuales se ha realizado la medición del color con el espectrocolorímetro Miniscan en el *m. Longissimus thoracis*, todos éstos en novillitos 2D (Chile, 1994), por lo que los datos son comparables con los de este estudio. Al respecto Sanhueza (1999) obtuvo para canales con $\text{pH} < 5.8$ un valor promedio de 25.0; y un promedio de 22.9 en aquellas con $\text{pH} \geq 5.8$. De la misma manera, Lizondo (2000) encontró un valor promedio de "L" para canales con $\text{pH} < 5.8$ de 26.7 y en el caso de $\text{pH} \geq 5.8$ de 24.7. En tanto en el presente estudio para las canales con

pH <5.8 el valor promedio de "L" fue de 25.7 y para las con pH \geq 5.8 de 22.2 (anexo 5). Mencarini (2002) también describe una relación inversa entre el pH y los valores de L.

Para los valores de "a" (tenores de rojo- verde) y de "b" (tenores de amarillo-azul), se encontró que en primavera ambos promedios fueron similares ($P>0.05$) y en otoño se presentó diferencia significativa entre faena inmediata y 12 horas de ayuno, que se relacionó con valores de "L" también mayores y un menor pH.

En lo que respecta a la relación del pH con los valores de "a" y de "b" (anexo 5), se encontró que las canales con pH <5.8, tenían valores promedio de 14.2 para "a" y de 8.5 para "b". Estos valores son mayores que los encontrados para canales con un pH \geq 5.8 ("a"= 11.7; "b"= 6.7) y para canales con corte oscuro a la vista ("a"= 10.4; "b"= 5.7). Esto se relacione con lo encontrado por Sanhueza (1999), Lizondo (2000) y Mencarini (2002), quienes encontraron que las canales con pH \geq 5.8 presentaron menores valores de "a" y "b" que las canales normales, por lo que bajos valores de pH muscular están asociados con músculos que son más blancos que negros (L alto), más rojos que verdes ("a" elevado) y más amarillos que azules ("b" elevado).

Cabe mencionar, que hubo canales con pH normal que presentaron valores de "L" inferior al promedio señalado y también carnes con pH \geq 5.8 con valores óptimos de "L". Esta situación también fue descrita por Sanhueza (1999) y por Mencarini (2002), los cuales junto con Almonacid (2003), sugieren que el espectrocolorímetro Miniscan, al igual que la apreciación visual del color, debieran ser usados en asociación con la medición del pH, ya que el valor de L por si sólo no es muy exacto al momento de determinar si una canal presenta o no corte oscuro pues son muchos los factores que influyen sobre el color (Gallo, 2002).

El cambio de color de la carne, sobretodo cuando tiende a la baja luminosidad, acarrea problemas en los eslabones de su cadena de comercialización ya que el producto sufre una depreciación en el precio al productor e intermediarios; esto porque se afectan sus características tecnológicas con el alto pH en el Corte Oscuro (Wirth, 1987). Aún más en Chile, Narbona (1995), determinó que el color es el principal parámetro de discriminación por parte del consumidor al momento de comprar un trozo de carne, pues asocia la carne muy oscura con animales viejos o a mala conservación; y por el contrario carnes pálidas con carne que posee escaso sabor.

De este estudio se concluye en general, que el color fue afectado negativamente con 12 horas de reposo frente a la faena inmediata.

7. CONCLUSIONES

- Se acepta en general la hipótesis de este estudio en el sentido que el reposo de 12 horas en ayuno comparado con la faena inmediata en novillitos aunque no afectó significativamente el peso de canal, produjo mayores pérdidas de peso vivo previas a la faena y mayores alteraciones de la calidad de la carne, que se vieron acentuadas por la condición ambiental de corrales sin techo más lluvia.

Específicamente se concluye que:

- En los novillitos sometidos a reposo de 12 horas, tanto en corrales con techo como sin él, hubo una disminución significativa del peso vivo promedio respecto a los novillitos faenados inmediatamente, pero ni el peso promedio de la canal caliente, ni su rendimiento centesimal en base al peso vivo de llegada a matadero se afectaron.
- El tiempo de reposo de 12 horas en ayuno disminuyó la concentración de glucógeno muscular promedio y aumentó la concentración de glucógeno hepático promedio de los novillitos frente a la faena inmediata; sin embargo, las condiciones ambientales estudiadas no tuvieron un efecto significativo.
- El tiempo de reposo de 12 horas en ayuno en comparación con faena inmediata provocó un aumento del pH promedio de las canales, del número de canales con $\text{pH} \geq 5.8$ y de canales con corte oscuro a la vista, presentándose una mayor tendencia del problema en los novillitos bajo condiciones de corrales sin techo más lluvia.
- El tiempo de reposo de 12 horas en ayuno afectó negativamente el color del músculo *Longissimus thoracis* de novillitos, con promedios de “L” “a” y “b” inferiores lo que implica un color más oscuro de la carne.

8. BIBLIOGRAFÍA

ALMONACID, M. 2003. Estudio de pH y color muscular en cortes comerciales de canales bovinas normales y con la anomalía de “corte oscuro”. Memoria de Título, M. V. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias. Valdivia, Chile.

ASHMORE, C. R., F. CARROLL, L. DOERR, G. TOMPKINS, H. STOKES, W. PARKER. 1973. Experimental prevention of dark – cutting meat. *J. Anim. Sci.* 36: 33 – 36.

BARRIADA, M. 1995. Variables que determinan la calidad de la canal y de carne en vacuno. *Bovis* 66: 95 – 111. Original no disponible, citado por **MORENO GRANDE, A., RUEDA NUÑEZ, A. L. CEULAR VILLACÉ. 1999.** Análisis cuantitativo del pH de canales de vacuno en matadero. *Archivos de Zootecnia* 48: 34 - 32.

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

BELTRÁN, J. A., I. JAIME, P. SANTOLARIA, C. SAÑUDO, P. ALBERTÍ, P. RONCALÉS. 1997. Effect of stress-induced high post-mortem pH on protease activity and tenderness of beef. *Meat Sci.* 45: 201 – 207.

BROWN, S.N.; BEVIS, E.A.; WARRISS, P. 1990. An estimate of the incidence of Dark Cutting Beef in the United Kingdom. *Meat Sci.* 27: 249-258.

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

CARR, T., 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, 1994a. Instituto Nacional de Normalización (INN). Norma Chilena Oficial NCh.1423.OF 94. Ganado Bovino-terminología y clasificación.

CHILE. 1997. Ministerio de Salud. Reglamento Sanitario de los Alimentos. Decreto N° 977 Publicado en Diario Oficial del 13 de mayo de 1997.

DANTZER, R., P. MORMEDE. 1970. El estrés en la cría intensiva de ganado. Editorial Acribia, Zaragoza, España.

DEZEURE-WALLAYS, B., J. VAN HOOF, R. PENSAERT. 1984. Incidence and quality characteristics of dark cutting in Belgian beef. En: Proceedings of 30^o. European Meeting of Meat Research, Workers. Bristol. Pp. 152 - 153.

FIGUEROA, M., M. TIMA, J. PARILO, B. CATALAN. 1985. Curva de producción de Hualputras silvestres (*Medicago sp.*). *Resúmenes X Reunión de la Sociedad Chilena de Producción Animal. 10: 124 -125.*

FORREST, C. J., E. D. ABERLE, H. B. HEDRICK, M. D. JUDGE, R. MERKEL. 1979. Fundamentos de la ciencia de la carne. Editorial Acribia. Zaragoza. España.

GALLO, C. 1994. Efecto del manejo pre y post faenamamiento en la calidad de la carne. Serie simposios y compendios de lo Sociedad Chilena de Producción Animal. *SOCHIPA A.G. 2: 27 - 47.*

GALLO, C., E. BUSTAMANTE, J. RAIMILLA. 1990. Clasificación y tipificación de canales de bovino utilizando las normas del Instituto Nacional de Normalización de Chile, *Informativo sobre carne y productos cárneos 19: 55 -70.*

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., M. CARO, C. VILLARROEL, P. ARAYA. 1999. Características de los bovinos faenados en la X^a Región (Chile) según las pautas indicadas en las normas oficiales de clasificación y tipificación. *Arch. Med. Vet. 31 :81 -88.*

GALLO, C., S. PÉREZ, C. SANHUEZA, J. GASIC. 2000. Efectos del tiempo de transporte de novillos previo al faenamamiento sobre el comportamiento, las pérdidas de peso y algunas características de la canal. *Arch. Med. Vet. 32 : 157 - 170.*

GALLO, C., G. LIZONDO, T. G. KNOWLES. 2003. Effects of journey and lairage time on steers transported to slaughter in Chile. *Vet. Rec. 152. 361 - 364.*

GRANDIN, T. 1992. Problems with bruises and dark cutters in harvest steers/heifers. In: Improving the Consistency and Competitiveness of Beef – A Blueprint for Total Quality Management in the Fed-Beef Industry – The Final Report of the National Beef Quality Audit –1991. Colorado State University, Fort Collins; Texas A&M University, College Station. Original no disponible, citado por **SCANGA y col., 1998.** Factors contributing to the incidence of dark cutting beef. *J. Anim. Sci. 76: 2040 - 2047.*

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

HEDRICK, H B., J. B. BOILLOT, D. E. BRADY, H. D. NAUMANN. 1959. Etiology of dark-cutting beef. Missouri Agri. Exp. Sta. Res. Bull. 717. Original no disponible, Citado por

ASHMORE, C. 1973. Experimental prevention of dark – cutting meat. *J. Anim. Sci.* 36: 33 – 36.

HOFMANN, K. 1988. El pH; una característica de la calidad de la carne. *Fleischwirtschaft español.* 1: 13 – 18.

HOOD, D., P, TARRANT. 1980. The problem of dark-cutting in beef. Martinus Nijhof Publishers. The Hague.

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

INMONEN, K., D. M. SCHAEFER, E. POULANNE, R.G. KAUFFMAM, E. V. NORDHEIM. 2000. The relative effect of dietary energy density on repletion and resting muscle glycogen concentrations. *Meat. Sci.* 54: 155 – 162.

JONES, S. D., A. L. SCHAEFER, A. K. TONG, B. C. VINCENT. 1988. The effects of fasting and transportation on beef cattle. 2. Quality. *Livest. Prod Sci.* 20: 25 – 35.

JONES, S. D. 1995. Quality and grading of carcasses of meat animals. Agriculture and Agri – Food Reserch Centre Lacombe, Alberta, Canada. CRC Press.

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

KAUFLIN, V.; D.J. PATTERSON; D.M. DUGANZICH. 1969. Effects of preslaughter feeding regime on beef carcass characteristics. Mo. Agric. Exp. Stn. Res. Bull. N° 953. Original no disponible, citado por **JONES, S. D. M; A. L. SCHAEFER; A. K. W. TONG; B. C. VINCENT 1988.** The effects of fasting and transportation on beef cattle. 2 Quality. *Livestock Prod. Sci.* 20: 25-35.

KREIKEMEIER, K., A. UNRUH, T. ECK. 1998. Factors affecting the occurrence of dark-cutting beef and selected carcass traits in finished beef cattle. *J. Anim. Sci.* 76 : 388 – 395.

LIZONDO, G. 2000. Efecto 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, Valdivia, Chile.

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

Mc VEIGH, J. M., 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 Título, M. V. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias. Valdivia, Chile.

MORENO GRANDE, A., RUEDA NÚÑEZ, A. L. CEULAR VILLACÉ. 1999. Análisis cuantitativo del pH de canales de vacuno en matadero. *Archivos de Zootecnia* 48 : 34 - 32.

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

ODEPA. 2003. Disponible en <http://www.odepa.gob.cl/base-datos/>. Visitada el 16 de Agosto de 2003.

ORCUTT, M. W., T. R. DUTSON, D. P. CORNFORTH, G. C. SMITH. 1984. Factor affecting the formation of a dark, coarse band (heat-ring) in bovine Longissimus muscle. *J. Anim. Sci.* 58: 1366 – 1375.

OSORO, K., M. BARRIADA, A. MARTÍNEZ, P. CASTRO. 1995. Manejo post-mortem de los terneros procedentes de vacas de cría para la producción de carne de calidad. *Bovis.* 61: 51 – 68. Original no disponible, citado por **MORENO GRANDE, A., RUEDA NÚÑEZ, A. L. CEULAR VILLACÉ. 1999.** Análisis cuantitativo del pH de canales de vacuno en matadero. *Archivos de Zootecnia* 48 : 34 - 32.

PALMA, V. O. 1990. Estudio de factores condicionantes de carnes de corte oscuro (DFD) en bovinos. Tesis M.V. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias. Valdivia. Chile.

PEREZ, S. 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 en novillos. Tesis M.V., Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

PORTE, E. 1994. Producción de carne bovina. Editorial Universitaria, 4ª Edición. Santiago . Chile.

PRADO, R., M. MAINO. 1990. Efecto del manejo pre y post matanza sobre la calidad de la carne bovina. *Revista Tattersall* 68: 10 –11.

PRICE, J.; B. SCHWEIGERT. 1976. Ciencia de la carne y de los productos cárneos. Zaragoza, Acribia, España.

PRICE, M. A. 1981. Shrinkage in beef cattle. The 60° annual feeders day report. University of Alberta. Pp. 50 – 52. Original no disponible, citado por **WARRISS, P. 1990.** The handling

of cattle pre-slaughter and its effects on carcass and meat quality. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 28: 171 – 186.

SANHUEZA, C. A. 1999. Efectos del tiempo de transporte sobre el contenido de glicógeno muscular y hepático, pH, color, fuerza de cizalla y capacidad de retención de agua en la carne de novillos. Tesis. M.V. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias. Valdivia, Chile.

SCANGA, J., K. BELK, J. TATUM, T. GRANDIN, G. SMITH. 1998. Factors contributing to the incidence of dark cutting beef. *J. Anim. Sci.* 76: 2040 – 2047.

SCHAEFER, A. L., S. D. JONES, R. W. STANLEY. 1997. The use of electrolyte solutions for reducing transport stress. *J. Anim. Sci.* 75: 258 – 265.

SCHMIDT – HEBBEL, H. 1984. Carne y productos cárnicos su tecnología y análisis. Fundación Chile. Santiago. Chile.

SCHÖBITZ, R. 1998. Aspectos que influyen sobre la calidad y el tiempo de vida útil de la carne empacada al vacío. *Informativo sobre carnes y productos cárneos, edición especial. N° 23: 50 – 57.*

SHORTHOSE, W. 1982. Tratamiento ante y post-mortem. Simposio Nacional de Ciencia y Tecnología de la Carne. Buenos Aires. Argentina. *Fleischwirtschaft español. 2: 50 – 57.*

SMITH, G.C., J. D. TATUM, J. B. MORGAN. 1993. Dark cutting beef: physiology, biochemistry and occurrence. Colorado State University, Front Collins. Original no disponible, citado por Scanga y col., J. 1998. Factors contributing to the incidence of dark cutting beef. *J. Anim. Sci.* 76: 2040 – 2047.

TAKAHASHI, K. 1996. Structural weakening of skeletal muscle tissue during postmortem aging of meat: the non-enzymatic mechanism of meat tenderization. *Meat Sci.* 43(s) 567 – 580.

TARRANT, P. V., J. SHERINGTON. 1980. An investigation of ultimate pH in the muscle of commercial beef carcasses. *Meat Sci.* 4: 287 – 297.

TEUBER, N. 1987. Curva de crecimiento de la pradera naturalizada en la precordillera andina de la décima región. Resúmenes XII Reunión Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal. 12: 28.

THORNTON, H. 1971. Relación entre stress fisiológico y la calidad de la carne. *Vet. Mex.* 2: 22 – 23.

TORNBERG, E. 1996. Biophysical aspects of tenderness. *Meat Sci.* 43(s): 175 – 191.

TRUSCOTT, T. G., J. GILBERT. E. 1978. Effect of fasting on liveweight and subcutaneous fat depth of cattle. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.*, 18:483-487.

VALDES, 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 Título, M. V. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias. Valdivia, Chile.

VERNON, R. G. 1980. Lipid metabolism in the adipose tissue of ruminant animals. *Prog. Lipid Res.* 19: 23 – 106.

VILLARROEL, M., G. A. MARIA, I. SIERRA, C. SAÑUDO, S. GARCIA-BELENQUER, G. GEBRESENBERT. 2001. Critical points in the transport of cattle to slaughter in the Spain that may compromise the animals welfare. *Vet. Rec.* 149. 173 – 176.

WARNER, R. D., G. A. ELDRIDGE, J. L. BARNETT, C. G. HALPING, D. J. CAHILL. 1986. The effects of fasting and cold stress on dark-cutting and bruising in cattle. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* 16: 383 – 386.

WARRISS, P. 1990. The handling of cattle pre-slaughter and its effects on carcass and meat quality. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 28: 171 – 186.

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

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

9. ANEXOS

Anexo 1a. Peso Vivo Matadero (PVM), Peso Vivo Previo al Faenamiento (PVPF), cambios de peso durante el ayuno (PVM – PVPF) y su proporción en relación al PVM (PCP), Peso de Canal Caliente (PCC) y Rendimiento Centesimal en base al PVM (RCPM) y PVPF (RCPFF) novillitos faena inmediata en Primavera.

n° animal	PVM (kg)	PVPF (kg)	PVM -PVPF (kg)	PCP (g/kg)	PCC (kg)	RCPM (%)	RCPFF (%)
1	482	482	0	0.00	260.8	54.11	54.11
2	490	490	0	0.00	258.8	52.82	52.82
3	490	490	0	0.00	266.2	54.33	54.33
4	508	508	0	0.00	270.2	53.19	53.19
5	492	492	0	0.00	264.4	53.74	53.74
6	520	520	0	0.00	293.2	56.38	56.38
7	504	504	0	0.00	292.4	58.02	58.02
8	544	544	0	0.00	287.2	52.79	52.79
9	468	468	0	0.00	244.2	52.18	52.18
10	504	504	0	0.00	273.4	54.25	54.25
11	486	486	0	0.00	271.2	55.80	55.80
12	506	506	0	0.00	276.0	54.55	54.55
13	442	442	0	0.00	246.6	55.79	55.79
14	516	516	0	0.00	279.0	54.07	54.07
15	520	520	0	0.00	278.2	53.50	53.50
16	474	474	0	0.00	256.0	54.01	54.01
17	504	504	0	0.00	279.8	55.52	55.52
18	482	482	0	0.00	273.8	56.80	56.80
19	492	492	0	0.00	265.6	53.98	53.98
20	462	462	0	0.00	248.8	53.85	53.85
21	480	480	0	0.00	257.4	53.63	53.63
22	516	516	0	0.00	266.0	51.55	51.55
23	468	468	0	0.00	253.2	54.10	54.10
24	480	480	0	0.00	277.2	57.75	57.75
25	492	492	0	0.00	258.6	52.56	52.56
26	470	470	0	0.00	267.6	56.94	56.94
27	478	478	0	0.00	252.0	52.72	52.72
28	472	472	0	0.00	261.2	55.34	55.34
Promedios	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 1b. Peso Vivo Matadero (PVM), Peso Vivo Previo al Faenamiento (PVPF), cambios de peso durante el ayuno (PVM – PVPF) y su proporción en relación al PVM (PCP), Peso de Canal Caliente (PCC) y Rendimiento Centesimal en base al PVM (RCPM) y PVPF (RCPFF) novillitos con 12 horas de reposo en ayuno en corrales sin techo más lluvia, en Primavera.

n° animal	PVM (kg)	PVPF (kg)	PVM -PVPF (kg)	PCP (g/kg)	PCC (kg)	RCPM (%)	RCPFF (%)
29	470	452	18	38.30	249.6	53.11	55.22
30	468	448	20	42.74	276.4	59.06	61.70
31	508	492	16	31.50	269.8	53.11	54.84
32	462	450	12	25.97	262.6	56.84	58.36
33	472	456	16	33.90	266.4	56.44	58.42
34	504	490	14	27.78	276.8	54.92	56.49
35	496	474	22	44.35	252.8	50.97	53.33
36	474	460	14	29.54	243.4	51.35	52.91
37	492	480	12	24.39	271.0	55.08	56.46
38	458	450	8	17.47	264.0	57.64	58.67
39	494	476	18	36.44	268.0	54.25	56.30
40	490	468	22	44.90	265.0	54.08	56.62
41	470	456	14	29.79	279.4	59.45	61.27
42	496	474	22	44.35	270.2	54.48	57.00
43	470	454	16	34.04	265.8	56.55	58.55
44	498	496	2	4.02	268.4	53.90	54.11
45	474	462	12	25.32	271.2	57.22	58.70
46	482	452	30	62.24	258.0	53.53	57.08
47	516	498	18	34.88	270.0	52.33	54.22
48	504	468	36	71.43	269.2	53.41	57.52
49	498	464	34	68.27	258.6	51.93	55.73
50	480	458	22	45.83	263.8	54.96	57.60
51	494	478	16	32.39	275.2	55.71	57.57
52	490	470	20	40.82	261.2	53.31	55.57
53	480	464	16	33.33	260.0	54.17	56.03
54	472	468	4	8.47	270.8	57.37	57.86
Promedios	485	468	17	35.86	265.7	54.81	56.85
D. E.	±15	±15	±8	±15.55	±8.4	±2.24	±2.13

Anexo 1c. Peso Vivo Matadero (PVM), Peso Vivo Previo al Faenamiento (PVPF), cambios de peso durante el ayuno (PVM – PVPF) y su proporción en relación al PVM (PCP), Peso de Canal Caliente (PCC) y Rendimiento Centesimal en base al PVM (RCPM) y PVPF (RCPFF) novillitos con 12 horas de reposo en ayuno en corrales con techo, en Primavera.

n° animal	PVM (kg)	PVPF (kg)	PVM -PVPF (kg)	PCP (g/kg)	PCC (kg)	RCPM (%)	RCPFF (%)
55	454	430	24	52.86	262.0	57.71	60.93
56	494	450	44	89.07	266.8	54.01	59.29
57	454	440	14	30.84	258.6	56.96	58.77
58	474	466	8	16.88	264.0	55.70	56.65
59	486	460	26	53.50	264.8	54.49	57.57
60	478	462	16	33.47	272.0	56.90	58.87
61	488	476	12	24.59	275.2	56.39	57.82
62	510	498	12	23.53	276.0	54.12	55.42
63	486	470	16	32.92	268.6	55.27	57.15
64	442	430	12	27.15	235.2	53.21	54.70
65	478	466	12	25.10	266.4	55.73	57.17
66	474	460	14	29.54	266.2	56.16	57.87
67	462	452	10	21.65	245.8	53.20	54.38
68	484	468	16	33.06	267.2	55.21	57.09
69	452	436	16	35.40	249.8	55.27	57.29
70	488	472	16	32.79	266.6	54.63	56.48
71	490	476	14	28.57	263.4	53.76	55.34
72	494	472	22	44.53	260.2	52.67	55.13
73	510	494	16	31.37	274.6	53.84	55.59
74	496	478	18	36.29	276.6	55.77	57.87
75	490	478	12	24.49	261.0	53.27	54.60
76	470	460	10	21.28	263.4	56.04	57.26
77	474	452	22	46.41	259.8	54.81	57.48
78	504	488	16	31.75	250.4	49.68	51.31
79	470	460	10	21.28	268.0	57.02	58.26
80	500	496	4	8.00	272.8	54.56	55.00
Promedios	481	465	16	32.93	263.7	54.86	56.74
D. E.	±18	±19	±8	±15.42	±9.7	±1.71	±1.96

Anexo 2a. Peso Vivo Matadero (PVM), Peso Vivo Previo al Faenamamiento (PVPF), cambios de peso durante el ayuno (PVM – PVPF) y su proporción en relación al PVM (PCP), Peso de Canal Caliente (PCC) y Rendimiento Centesimal en base al PVM (RCPM) y PVPF (RCPPF) novillitos faena inmediata en Otoño.

n° animal	PVM (kg)	PVPF (kg)	PVM -PVPF (kg)	PCP (g/kg)	PCC (kg)	RCPM (%)	RCPPF (%)
1	480	480	0	0.00	254.2	52.96	52.96
2	496	496	0	0.00	259.8	52.38	52.38
3	444	444	0	0.00	228.4	51.44	51.44
4	470	470	0	0.00	239.8	51.02	51.02
5	472	472	0	0.00	243.6	51.61	51.61
6	492	492	0	0.00	264.2	53.70	53.70
7	494	494	0	0.00	284.4	57.57	57.57
8	474	474	0	0.00	265.4	55.99	55.99
9	484	484	0	0.00	260.4	53.80	53.80
10	472	472	0	0.00	250.8	53.14	53.14
11	488	488	0	0.00	251.6	51.56	51.56
12	484	484	0	0.00	257.8	53.26	53.26
13	464	464	0	0.00	249.8	53.84	53.84
14	534	534	0	0.00	288.2	53.97	53.97
15	432	432	0	0.00	257.2	59.54	59.54
16	464	464	0	0.00	274.8	59.22	59.22
17	426	426	0	0.00	264.1	62.00	62.00
18	436	436	0	0.00	250.8	57.52	57.52
19	424	424	0	0.00	245.8	57.97	57.97
20	438	438	0	0.00	237.8	54.29	54.29
21	416	416	0	0.00	242.6	58.32	58.32
22	454	454	0	0.00	259.8	57.22	57.22
23	428	428	0	0.00	256.6	59.95	59.95
24	412	412	0	0.00	250.2	60.73	60.73
25	436	436	0	0.00	250.8	57.52	57.52
26	446	446	0	0.00	263.0	58.97	58.97
27	464	464	0	0.00	252.0	54.31	54.31
28	458	458	0	0.00	250.2	54.63	54.63
Promedios	460	460	0	0.00	255.5	55.66	55.66
D. E.	±29	±29	0	0.00	±13.0	±3.16	±3.16

Anexo 2b. Peso Vivo Matadero (PVM), Peso Vivo Previo al Faenamiento (PVPF), cambios de peso durante el ayuno (PVM – PVPF) y su proporción en relación al PVM (PCP), Peso de Canal Caliente (PCC) y Rendimiento Centesimal en base al PVM (RCPM) y PVPF (RCPPF) novillitos con 12 horas de reposo en ayuno en corrales sin techo más lluvia, Otoño.

n° animal	PVM (kg)	PVPF (kg)	PVM -PVPF (kg)	PCP (g/kg)	PCC (kg)	RCPM (%)	RCPPF (%)
29	506	494	12	23.72	263.2	52.02	53.28
30	476	466	10	21.01	254.8	53.53	54.68
31	502	488	14	27.89	246.2	49.04	50.45
32	548	520	28	51.09	280.2	51.13	53.88
33	494	486	8	16.19	260.4	52.71	53.58
34	478	464	14	29.29	242.2	50.67	52.20
35	482	472	10	20.75	256.2	53.15	54.28
36	484	478	6	12.40	259.8	53.68	54.35
37	482	468	14	29.05	229.6	47.63	49.06
38	482	466	16	33.20	247.6	51.37	53.13
39	468	468	0	0.00	256.8	54.87	54.87
40	494	482	12	24.29	267.0	54.05	55.39
41	426	420	6	14.08	238.0	55.87	56.67
42	436	422	14	32.11	251.0	57.57	59.48
43	390	378	12	30.77	219.4	56.26	58.04
44	424	418	6	14.15	236.6	55.80	56.60
45	430	422	8	18.60	246.8	57.40	58.48
46	434	418	16	36.87	243.4	56.08	58.23
47	412	390	22	53.40	231.0	56.07	59.23
48	428	412	16	37.38	244.4	57.10	59.32
49	452	446	6	13.27	268.0	59.29	60.09
50	434	424	10	23.04	244.0	56.22	57.55
51	432	426	6	13.89	248.4	57.50	58.31
52	446	442	4	8.97	247.8	55.56	56.06
53	466	444	22	47.21	256.4	55.02	57.75
54	404	398	6	14.85	235.0	58.17	59.05
55	420	412	8	19.05	244.6	58.24	59.37
Promedios	457	445	11	24.69	248.8	54.67	56.05
D. E.	±37	±36	±6	±12.86	±13.2	±2.94	±2.95

Anexo 2c. Peso Vivo Matadero (PVM), Peso Vivo Previo al Faenamiento (PVPF), cambios de peso durante el ayuno (PVM – PVPF) y su proporción en relación al PVM (PCP), Peso de Canal Caliente (PCC) y Rendimiento Centesimal en base al PVM (RCPM) y PVPF (RCPPF) novillitos con 12 horas de reposo en ayuno en corrales con techo, en Otoño.

n° animal	PVM (kg)	PVPF (kg)	PVM -PVPF (kg)	PCP (g/kg)	PCC (kg)	RCPM (%)	RCPPF (%)
56	476	454	22	46.22	244.8	51.43	53.92
57	482	464	18	37.34	263.0	54.56	56.68
58	458	432	26	56.77	236.8	51.70	54.81
59	596	556	40	67.11	292.6	49.09	52.63
60	446	428	18	40.36	225.0	50.45	52.57
61	464	460	4	8.62	246.8	53.19	53.65
62	468	458	10	21.37	243.6	52.05	53.19
63	474	446	28	59.07	254.6	53.71	57.09
64	484	462	22	45.45	261.6	54.05	56.62
65	486	464	22	45.27	265.8	54.69	57.28
66	522	508	14	26.82	278.6	53.37	54.84
67	508	496	12	23.62	258.6	50.91	52.14
68	530	508	22	41.51	274.8	51.85	54.09
69	434	424	10	23.04	244.2	56.27	57.59
70	460	454	6	13.04	261.6	56.87	57.62
71	422	418	4	9.48	236.8	56.11	56.65
72	422	418	4	9.48	244.0	57.82	58.37
73	400	392	8	20.00	219.8	54.95	56.07
74	444	438	6	13.51	260.2	58.60	59.41
75	452	440	12	26.55	250.6	55.44	56.95
76	424	412	12	28.30	253.4	59.76	61.50
77	432	426	6	13.89	246.0	56.94	57.75
78	458	448	10	21.83	255.8	55.85	57.10
79	444	432	12	27.03	245.8	55.36	56.90
80	428	422	6	14.02	245.0	57.24	58.06
81	432	422	10	23.15	241.6	55.93	57.25
82	460	452	8	17.39	266.8	58.00	59.03
Promedios	463.19	449.41	13.78	28.90	252.5	54.67	56.29
D. E.	±40.84	±35.02	±8.79	±16.27	±15.8	±2.70	±2.30

Anexo 3a. Presencia de Corte Oscuro a la vista, valores de pH, L, a, b y de Glucógeno Muscular y Hepático de novillitos faena inmediata en Primavera.

n° animal	corte oscuro	pH	L	a	b	Gluc. Mus. $\mu\text{mol/g}$	Gluc. Hep. $\mu\text{mol/g}$
1	no	5.79	27.97	13.07	8.50	41.33	77.89
2	no	5.58	24.83	13.15	7.93	31.10	28.32
3	no	5.61	27.73	11.35	7.72	51.36	73.43
4	no	5.67	24.91	12.36	7.13	52.99	51.78
5	no	5.50	26.58	13.07	8.25	49.30	23.34
6	no	5.64	26.50	14.05	8.63	26.61	90.77
7	no	5.60	27.23	14.67	8.50	26.05	44.53
8	no	5.58	25.11	12.33	7.37	41.47	94.78
9	no	5.64	28.23	13.27	8.25	24.06	93.54
10	no	5.51	25.65	13.08	8.37	64.97	94.03
11	no	5.67	26.90	13.42	7.74	21.20	114.51
12	no	5.48	26.00	12.61	7.63	70.55	93.93
13	no	5.56	21.14	13.69	7.37	53.80	27.22
14	no	5.73	22.45	11.40	6.42	32.12	60.29
15	no	5.75	26.14	14.69	9.03	s/m	s/m
16	no	5.71	27.53	15.86	9.82	s/m	s/m
17	no	5.74	24.91	12.86	7.65	s/m	s/m
18	no	5.75	27.05	14.23	8.88	s/m	s/m
19	no	5.67	27.67	13.97	8.95	s/m	s/m
20	no	5.70	29.11	15.21	10.15	s/m	s/m
21	no	5.65	24.85	14.45	8.15	s/m	s/m
22	no	5.74	24.29	13.97	7.90	s/m	s/m
23	no	5.80	26.77	13.95	8.64	s/m	s/m
24	no	5.64	26.24	12.76	7.91	s/m	s/m
25	no	5.71	29.12	14.05	9.27	s/m	s/m
26	no	5.68	23.75	13.54	7.70	s/m	s/m
27	no	5.69	22.79	12.80	7.09	s/m	s/m
28	no	5.66	24.74	13.30	7.77	s/m	s/m
Promedios		5.66	25.94	13.47	8.17	41.92	69.17
D. E.		±0.08	±1.95	±1.03	±0.83	±15.71	±29.89

Anexo 3b. Presencia de Corte Oscuro a la vista, valores de pH, L, a, b y de Glucógeno Muscular y Hepático de novillitos con 12 horas de reposo en ayuno en corrales sin techo más lluvia en Primavera.

n° animal	corte oscuro	pH	L	a	b	Gluc. Mus. $\mu\text{mol/g}$	Gluc. Hep. $\mu\text{mol/g}$
29	no	5.63	27.24	13.74	8.67	30.80	134.75
30	no	5.53	24.25	14.75	8.32	26.21	36.08
31	no	5.62	25.71	14.98	8.72	45.13	146.35
32	no	5.48	28.18	14.73	9.25	40.77	114.19
33	no	5.60	22.79	13.38	7.47	48.49	112.43
34	Sí	5.98	22.77	12.40	7.25	3.96	94.22
35	no	5.50	25.13	15.25	9.06	38.55	90.71
36	Sí	6.08	20.28	11.22	6.35	10.17	55.14
37	no	5.63	26.80	14.61	8.91	50.56	68.78
38	Sí	5.98	17.74	11.43	5.77	3.53	184.54
39	no	5.79	23.97	12.44	7.27	14.91	83.27
40	no	5.52	23.08	14.72	8.03	42.74	71.85
41	no	5.42	25.30	15.02	8.62	23.82	81.15
42	no	5.63	23.56	13.94	7.99	20.58	66.93
43	no	5.77	26.94	15.23	9.43	7.77	21.52
44	no	5.69	26.67	14.82	8.84	26.47	75.11
45	Sí	6.06	23.29	13.12	7.88	13.57	33.35
46	Sí	6.51	17.41	9.72	4.93	11.25	123.31
47	no	5.60	26.70	14.70	8.69	26.85	71.03
48	no	5.71	26.63	14.85	9.24	7.06	138.83
49	Sí	7.03	20.36	10.02	5.39	7.89	76.94
50	no	5.77	25.99	14.21	8.92	22.15	112.28
51	no	5.60	25.16	15.23	8.89	24.06	21.84
52	no	5.65	25.27	15.02	8.91	21.93	87.43
53	no	5.77	25.96	14.36	8.75	34.16	84.78
54	no	5.69	24.61	15.32	8.70	39.11	61.58
Promedios		5.78	24.30	13.82	8.09	24.71	86.48
D. E.		±0.35	±2.79	±1.64	±1.24	±14.39	±39.29

Anexo 3c. Presencia de Corte Oscuro a la vista, valores de pH, L, a, b y de Glucógeno Muscular y Hepático de novillitos con 12 horas de reposo en ayuno en corrales con techo en Primavera.

n° animal	corte oscuro	pH	L	a	b	Gluc. Mus. $\mu\text{mol/g}$	Gluc. Hep. $\mu\text{mol/g}$
55	no	5.60	25.29	13.73	8.26	24.48	80.95
56	no	5.70	27.06	12.91	8.43	2.34	63.64
57	Sí	6.72	18.46	8.66	4.58	0.08	119.92
58	Sí	6.65	20.30	9.86	5.51	4.40	82.52
59	no	5.62	25.49	14.44	8.69	22.63	70.88
60	no	5.52	25.19	12.56	7.13	s/m	80.00
61	no	5.60	25.11	14.37	8.72	9.05	107.70
62	no	5.61	27.51	13.96	8.62	46.97	92.96
63	no	5.64	24.11	13.83	7.68	25.84	63.38
64	no	5.68	23.20	13.97	7.77	33.49	56.12
65	no	5.63	26.51	13.71	8.52	31.22	105.31
66	no	5.53	25.30	14.05	8.63	36.70	43.12
67	no	5.62	22.54	13.69	7.69	54.17	89.92
68	no	5.60	25.70	14.61	8.86	22.35	37.15
69	no	5.51	25.26	16.28	9.52	38.48	32.52
70	no	5.67	25.13	14.43	8.56	35.26	120.17
71	no	5.58	26.45	14.85	8.54	27.45	119.00
72	no	5.57	24.28	14.96	8.65	18.50	86.29
73	no	5.64	25.16	14.01	8.45	14.84	130.79
74	no	5.74	28.94	14.25	9.36	18.48	119.67
75	no	5.63	26.32	15.54	9.21	10.96	142.16
76	no	5.66	24.82	14.70	8.77	32.91	72.94
77	no	5.64	27.00	15.29	9.47	10.44	22.24
78	Sí	5.83	23.63	12.50	7.25	12.72	191.72
79	no	5.61	26.22	13.59	8.20	6.78	115.15
80	no	5.58	25.54	15.48	9.22	19.33	129.04
Promedios		5.71	25.02	13.86	8.24	22.39	91.36
D. E.		±0.30	±2.16	±1.62	±1.13	±14.00	±38.61

Anexo 4a. Presencia de Corte Oscuro a la vista, valores de pH, L, a, b y de Glucógeno Muscular y Hepático de novillitos faena inmediata en Otoño

n° animal	corte oscuro	pH	L	a	b	Gluc. Mus. $\mu\text{mol/g}$	Gluc. Hep. $\mu\text{mol/g}$
1	no	5.57	25.25	13.31	8.08	28.40	44.92
2	no	5.84	25.91	17.34	10.01	28.30	90.96
3	Sí	6.54	19.40	10.60	5.74	3.17	97.34
4	no	5.69	22.28	12.05	6.58	63.04	82.81
5	Sí	5.76	29.34	16.37	10.10	21.61	43.50
6	no	5.78	23.87	14.85	8.62	31.86	55.30
7	no	5.65	29.15	16.09	10.24	36.38	78.69
8	no	5.70	27.53	18.56	11.05	17.66	45.32
9	no	5.64	25.46	14.25	8.67	41.38	70.79
10	no	5.71	26.98	15.06	9.07	21.98	54.87
11	no	5.69	24.54	13.26	7.95	50.67	93.05
12	no	5.74	27.18	16.31	9.80	30.42	53.32
13	no	5.65	29.42	17.83	11.41	27.42	46.16
14	no	5.86	27.63	17.17	10.05	9.95	73.85
15	no	5.84	24.19	12.98	8.01	11.83	39.12
16	no	5.60	26.02	14.50	8.68	64.03	37.77
17	no	5.54	28.28	14.51	9.52	30.17	41.29
18	no	5.71	29.17	12.72	8.32	12.27	30.95
19	no	5.75	25.98	12.94	7.79	14.96	73.51
20	no	5.69	26.61	14.50	8.72	25.33	20.15
21	no	5.60	24.85	15.86	9.30	37.57	56.6
22	no	5.55	28.48	14.04	8.95	28.93	44.41
23	no	5.76	22.36	11.73	6.63	9.25	75.93
24	no	5.63	26.86	14.59	8.77	45.53	10.97
25	no	5.67	26.49	14.40	9.09	27.51	51.57
26	no	5.63	23.45	13.54	8.02	15.10	12.38
27	no	5.61	25.10	13.76	7.94	23.56	57.47
28	no	5.51	24.54	15.31	8.56	32.21	65.99
Promedios		5.71	25.94	14.59	8.77	28.23	55.32
D. E.		±0.19	±2.40	±1.89	±1.28	±15.01	±22.93

Anexo 4b. Presencia de Corte Oscuro a la vista, valores de pH, L, a, b y de Glucógeno Muscular y Hepático de novillitos con 12 horas de reposo en ayuno en corrales sin techo más lluvia en Otoño

n° animal	corte oscuro	pH	L	a	b	Gluc. Mus. $\mu\text{mol/g}$	Gluc. Hep. $\mu\text{mol/g}$
29	Sí	6.15	21.59	13.30	7.41	13.73	152.85
30	no	5.85	23.29	11.95	6.67	20.79	43.85
31	no	5.92	24.90	14.14	8.41	36.16	37.11
32	no	5.77	23.92	14.46	8.23	45.91	47.26
33	no	5.82	27.28	14.08	8.87	32.99	85.50
34	no	5.70	26.36	13.68	8.48	40.81	83.74
35	no	5.65	26.49	14.27	8.60	47.88	119.51
36	no	5.85	23.97	12.16	7.09	31.96	177.47
37	no	5.79	24.31	13.63	8.02	52.29	24.84
38	Sí	6.91	19.36	8.88	4.31	3.53	147.67
39	no	5.67	25.99	13.71	8.08	37.99	96.19
40	no	6.10	19.87	12.68	6.69	19.17	126.48
41	Sí	6.43	19.19	8.47	4.19	9.34	109.01
42	Sí	7.07	16.80	9.60	5.37	2.32	94.36
43	no	5.75	24.40	13.66	8.69	36.79	98.09
44	Sí	6.32	20.05	9.49	5.34	9.97	84.86
45	Sí	6.81	19.61	9.38	5.21	2.07	131.72
46	Sí	6.61	17.45	9.84	5.37	35.65	53.77
47	no	5.81	26.09	14.52	9.26	8.4	109.24
48	no	6.05	24.77	10.71	6.55	9.49	67.86
49	no	6.02	25.55	14.83	9.13	15.46	74.96
50	no	5.76	26.65	14.05	8.61	-1.33*	55.18
51	no	5.80	27.64	13.03	7.79	24.54	90.89
52	Sí	6.99	17.69	8.54	4.36	1.42	129.48
53	Sí	6.84	18.63	8.49	4.44	9.94	114.2
54	no	5.88	22.53	13.04	7.59	10.85	75.23
55	no	6.10	22.44	11.30	6.70	12.67	66.72
Promedios		6.13	22.85	12.07	7.02	22.00	92.52
D. E.		±0.45	±3.34	±2.20	±1.65	±15.84	±37.61

*= Valor no considerado dentro de los análisis estadísticos.

Anexo 4c. Presencia de Corte Oscuro a la vista, valores de pH, L, a, b y de Glucógeno Muscular y Hepático de novillitos con 12 horas de reposo en ayuno en corrales con techo en Otoño

n° animal	corte oscuro	pH	L	a	b	Gluc. Mus. $\mu\text{mol/g}$	Gluc. Hep. $\mu\text{mol/g}$
56	no	5.61	23.42	15.71	8.67	38.25	145.88
57	no	5.58	25.70	14.25	8.41	51.59	122.52
58	Sí	6.11	22.59	11.01	6.11	10.11	126.10
59	no	5.64	26.87	14.56	9.20	18.31	55.30
60	no	5.60	24.60	14.24	7.93	52.63	148.28
61	no	5.66	23.67	13.11	7.40	27.87	116.32
62	no	5.73	24.40	15.27	8.71	52.35	45.12
63	Sí	6.74	19.25	10.43	5.35	7.38	113.79
64	no	5.59	26.62	14.17	8.45	53.39	88.11
65	no	5.61	27.31	15.03	9.12	49.16	147.78
66	Sí	6.16	21.89	10.08	5.62	20.57	151.40
67	no	5.76	24.51	13.07	7.51	35.18	128.5
68	Sí	6.79	19.47	9.63	4.75	5.02	94.88
69	no	5.70	24.17	13.81	8.08	32.6	52.86
70	no	5.82	27.01	14.01	8.67	24.99	44.63
71	no	6.01	23.96	13.66	8.25	18.59	75.60
72	no	5.75	27.98	15.10	9.50	31.23	69.24
73	no	5.88	24.55	13.31	7.89	30.59	105.91
74	no	5.66	26.11	13.91	8.61	30.97	s/m
75	no	5.78	27.54	12.22	7.72	29.95	12.81
76	no	5.79	25.23	13.63	8.38	14.02	52.08
77	no	5.94	26.74	13.65	8.74	12.35	50.10
78	no	5.74	24.51	15.12	8.77	41.86	49.01
79	no	5.97	25.07	12.51	7.57	14.62	95.08
80	no	5.85	25.98	13.34	8.46	20.69	74.70
81	Sí	6.67	20.26	9.23	5.29	12.67	187.86
82	Sí	7.10	18.01	7.06	3.63	1.71	130.42
Promedios		5.93	24.35	13.00	7.66	27.36	95.55
D. E.		±0.41	±2.65	±2.12	±1.51	±15.64	±43.65

Anexo 5a. Promedio y desviación estándar (D.E.) de pH, de luminosidad (L), tenores de rojo-verde (a) y amarillo-azul (b), concentración de glucógeno muscular (GM) y hepático (GH) en canales con corte oscuro a la vista (24 horas postmortem).

	pH	L	a	b	Gluc. Mus. μmol/g	Gluc. Hep. μmol/g
Promedio	6.49	20.19	10.36	5.67	9.15	112.50
D.E.	0.41	2.65	1.95	1.39	7.81	42.32

Anexo 5b. Promedio y desviación estándar (D.E.) de pH, de luminosidad (L), tenores de rojo-verde (a) y amarillo-azul (b), concentración de glucógeno muscular (GM) y hepático (GH) en canales con pH ≥ 5.8 (24 horas postmortem).

	pH	L	a	b	Gluc. Mus. μmol/g	Gluc. Hep. μmol/g
Promedio	6.24	22.21	11.68	6.71	13.57	99.70
D.E.	0.43	3.26	2.32	1.70	9.75	41.16

Anexo 5c. Promedio y desviación estándar (D.E.) de pH, de luminosidad (L), tenores de rojo-verde (a) y amarillo-azul (b), concentración de glucógeno muscular (GM) y hepático (GH) en canales con pH < 5.8 (24 horas postmortem).

	pH	L	a	b	Gluc. Mus. μmol/g	Gluc. Hep. μmol/g
Promedio	5.65	25.73	14.19	8.51	32.70	75.70
D. E.	0.08	1.71	1.16	0.81	14.39	35.08

10. AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mis más sinceros agradecimientos a todas aquellas personas que de una u otra manera han colaborado e hicieron posible la realización de esta Memoria:

- A mis padres y hermanos, por su cariño y sobre todo la confianza que siempre tuvieron en que lograría todo lo que me propusiera.
- Dra. Carmen Gallo St., por la paciencia, dedicación e incentivo que durante todo el desarrollo de este trabajo me entregó.
- Planta Faenadora de Carnes, Frival S.A., Valdivia y su personal, gracias a los cuales se pudo llevar a cabo el presente trabajo.
- María Ester Elton T., por su amor y apoyo incondicional.
- A mi amigo Felipe Jiménez A., por su apoyo de siempre y su gran amistad.