

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

**ESTUDIO DE pH Y COLOR MUSCULAR EN CORTES COMERCIALES DE  
CANALES BOVINAS NORMALES Y CON LA ANOMALÍA DE “CORTE OSCURO”.**

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

**MARCELA IVETTE ALMONACID PACHECO**

**VALDIVIA - CHILE**

**2003**

PROFESOR PATROCINANTE

\_\_\_\_\_  
CARMEN GALLO STEGMAIER

PROFESOR COLABORADOR

\_\_\_\_\_  
HÉCTOR URIBE NAVARRO

PROFESOR COLABORADOR

\_\_\_\_\_  
IVÁN CASTRO VELÁSQUEZ

PROFESORES CALIFICADORES

\_\_\_\_\_  
ERIKA GESCHE ROBERT

\_\_\_\_\_  
RUBÉN PULIDO FUENZALIDA

FECHA DE APROBACIÓN: \_\_\_\_\_

*Con amor a mis padres.*

**INDICE**

1.- RESUMEN	1
2.- SUMMARY	2
3.- INTRODUCCIÓN	3
4.- MATERIAL Y MÉTODO	9
5.- RESULTADOS	13
6.- DISCUSIÓN	23
7.- BIBLIOGRAFÍA	31
8.- ANEXOS	36

## 1. RESUMEN.

### **ESTUDIO DE pH Y COLOR MUSCULAR EN CORTES COMERCIALES DE CANALES BOVINAS NORMALES Y CON LA ANOMALIA “CORTE OSCURO”.**

El propósito del presente trabajo fue determinar los valores de pH y color muscular en 23 cortes comerciales (sin hueso) de canales bovinas normales y afectadas con la anomalía de “corte oscuro” y, específicamente, determinar si esta anomalía compromete toda la canal o sólo algunos cortes de ésta. Se analizaron 24 medias canales bovinas correspondientes a la clase “novillito”, de las cuales 12 presentaban la anomalía de corte oscuro, determinada por un valor de  $\text{pH} \geq 5,8$  en el M. Longissimus thoracis 24 horas postmortem, y 12 canales normales ( $\text{pH} < 5,8$ ) utilizadas como controles. Las canales normales y con corte oscuro fueron tomadas cada vez en pares, correspondientes a animales de un mismo lote, con igual manejo. El desposte y las mediciones se realizaron entre 24 y 96 horas postmortem, manteniendo los mismos pares; el pH se midió con electrodo de pincho en la profundidad del músculo principal de cada corte y el color con colorímetro Hunterlab (escala L, a, b) en el mismo músculo y siempre en la misma cara de éste.

Los cortes comerciales lomo vetado (m. longissimus thoracis), lomo liso (m. longissimus thoracis et lumborum), pollo ganso (m. semitendinosus), abastero (m. gastrocnemius), asado del carnicero (m. subscapularis), posta negra (m. semimembranosus) y tapabarriga (m. obliquus internus abdominis) presentaron promedios de  $\text{pH} \geq 5,8$  en las canales con corte oscuro y difirieron significativamente ( $P < 0,05$ ) de sus pares normales. Los cortes asiento (m. gluteus medius), punta de picana (m. tensor fasciae latae), choclillo (m. supraspinatus), plateada (m. latissimus dorsi) y sobrecostilla (m. serratus ventralis thoracis) también presentaron diferencias significativas en el pH promedio entre las canales normales y con corte oscuro, aunque los promedios de pH en estos casos fueron  $< 5,8$ . En las canales con corte oscuro, los cortes con 50% o más de presentación de  $\text{pH} \geq 5,8$  fueron lomo vetado (100%), lomo liso (91,7%), pollo ganso (91,7%), abastero (83,3%), asado del carnicero (66,7%), posta negra (50%), tapabarriga (50%) y plateada (50%). En las canales normales se presentaron ocasionalmente valores de  $\text{pH} \geq 5,8$  en algunos cortes. Los cortes filete (m. psoas major) y punta de ganso (m. gluteobiceps) no presentaron nunca valores de  $\text{pH} \geq 5,8$ , ni en canales con corte oscuro ni normales, en tanto el corte ganso (m. gluteobiceps) sólo presentó esta característica en una canal perteneciente al grupo con corte oscuro.

Los cortes comerciales que presentaron diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0,05$ ) para las tres variables de color (L, a y b) fueron lomo vetado, lomo liso y pollo ganso; en tanto el corte abastero sólo presentó diferencia significativa para la variable L.

Palabras claves: bovinos, canales, corte oscuro, pH, color

## 2. SUMMARY

### STUDY OF MUSCLE pH AND COLOUR IN COMMERCIAL MEAT CUTS FROM NORMAL AND DARK CUTTING BOVINE CARCASSES.

The aim of this study was to obtain information on muscle pH and colour values in 23 meat cuts (bone out) from normal and dark cutter bovine carcasses; specifically to determine whether this problem affects the whole carcass or only specific commercial meat cuts. Twenty four carcasses from young steers were used; 12 of them were dark cutters, as determined by a pH value  $\geq 5.8$  in the Longissimus thoracis muscle, measured at 24 hours postmortem, and 12 carcasses were normal (pH  $< 5.8$ ) and used as controls. The normal and dark cutter carcasses were obtained in each occasion in pairs, corresponding to steers from the same origin, group and preslaughter handling. Commercial cutting and measurements were done between 24 and 96 hours postmortem, keeping the same carcass pairs; pH was measured with an electrode that was inserted in the main muscle of each meat cut and colour was measured using a Hunterlab colorimeter (L,a,b scale) on the surface of the same muscle, always on the same side.

The commercial cuts “cube roll” (m. longissimus thoracis), “striploin” (m. longissimus thoracis et lumborum), “eye of round” (m. semitendinosus), “heel muscle” (m. gastrocnemius), “butchers roast” (m. subscapularis), “topside” (m. semitendinosus) and “flanck meat” (m. obliquus internus abdominis) presented means of pH  $\geq 5.8$  in dark cutter carcasses and differed significantly from their controls ( $P < 0.05$ ). The cuts “rump heart” (m. gluteus medius), “rump skirt” (m. tensor fasciae latae), “chuck tender” (m. supraspinatus), “cube roll cover” (m. latissimus dorsi) and “rib roast” (m. serratus ventralis thoracis) also showed significantly different pH means from their controls cuts, but means in these cases were  $< 5.8$ . In the dark cutter carcasses, the cuts with 50% or more presentation of pH  $\geq 5.8$  were “cube roll” (100%), “striploin” (91.7%), “eye of round” (91.7%), “heel muscle” (83.3%), “butchers roast” (66.7%), “topside” (50%), “flanck meat” (50%) and “cube roll cover” (50%). In normal carcasses, occasionally some meat cuts also presented pH  $\geq 5.8$ . The cuts “tenderloin” (m. psoas major) and “rump cap” (m. gluteobiceps) never had pH  $\geq 5.8$  in normal or dark cutter carcasses; “silverside” (m. gluteobiceps) only had pH  $> 5.8$  in one carcass of the dark cutters.

The commercial meat cuts that differed significantly ( $P < 0.05$ ) for all three colour variables (L,a,b) were “cube roll”, “striploin” and “eye of round”; the cut “heel muscle” only differed significantly for L.

Key words: cattle, carcasses, dark cutters, pH, colour

### 3. INTRODUCCIÓN.

#### 3.1. - Antecedentes generales.

La carne de vacuno ideal se considera aquella que proviene de animales relativamente jóvenes y se constituye por musculatura roja, consistente, con cantidades discretas de grasa de marmorización (fina y uniformemente distribuida) y sin jugo de exudación en la superficie (Price y Schweigert, 1976).

Al comprar carne, el consumidor desea que tenga buen aspecto, olor y sabor, que se conserve bien, y que ésta resulte tierna y jugosa luego de cocinada. De estas características, el sabor y la suavidad o ternura son los más buscados por el comprador (Thornton, 1971). Sin embargo, en un estudio realizado por Narbona (1995) en Valdivia, se determinó que al momento de realizar la compra de carne de vacuno, la característica que más incide en el consumidor es el color; mientras que al momento de consumirla lo que más busca es la ternura y jugosidad.

La calidad final de la canal bovina y de su carne puede variar por diversos factores, los que se pueden subdividir por una parte en aquellos que son dependientes del animal o propios (intrínsecos), y por otra, en aquellos que dependen del ambiente en que son mantenidos (extrínsecos) inmediatamente antes, durante y después del faenamiento (Gallo, 1997).

Los problemas de calidad de la carne se han incrementado, por un lado, con el uso de sistemas de crianza cada vez más exigentes para los animales, y por el otro, con el constante mejoramiento del control de calidad de las materias primas y el uso de tecnologías modernas que permiten aumentar la vida útil de estas en las plantas faenadoras, empacadoras e industrias (Gallo, 1990).

Uno de los problemas de calidad de la carne que causa significativas pérdidas económicas para la industria en muchos países es la anomalía muscular denominada Corte Oscuro o Dark Cutting Beef (DCB) (Hood y Tarrant, 1980). El corte oscuro afecta a animales sanos y es inducido por el estrés del manejo previo al sacrificio. La mayor influencia del manejo pre-sacrificio en la calidad de la carne ocurre debido al efecto en las reservas de glicógeno muscular; si hay depleción de estas por estrés crónico la extensión de la acidificación postmortem es reducida y da como resultado el problema de corte oscuro (Warris, 1990). Esto conlleva a la producción de carne de inferior calidad y causa pérdidas económicas a la industria, no sólo debido al color oscuro y aspecto ligoso que presenta el músculo, sino principalmente debido a la baja conservabilidad, especialmente si la carne es envasada al vacío (Buchter, 1980; Sanz y col., 1996).

En 1995 el National Beef Quality Audit (NBQA) reportó que las canales con corte oscuro producen pérdidas de US\$ 6,08 por animal faenado en los Estados Unidos (Scanga y col., 1998). En Canadá, la anomalía de corte oscuro en la carne bovina es un problema económico con costos para la industria de la carne de aproximadamente US\$ 5 millones anualmente (Jones y Tong, 1989).

El fenómeno de corte oscuro es preocupante para las empacadoras de carne, debido a que las canales afectadas deben ser depreciadas, perdiéndose en promedio 25 – 30% del valor de una canal normal (Hood y Tarrant, 1980). El problema se agrava si se considera además que los músculos preferentemente afectados son en general los que corresponden a los cortes nobles.

En el caso de Chile, Palma (1990) en Osorno y Devia (1992) en Temuco observaron entre un 5 y 10% de canales con corte oscuro, y señalan que las canales con corte oscuro sufren una depreciación comercial de alrededor de un 10%. Esto representa un problema importante en la industria cárnica chilena.

### **3.2. - Definición de Corte Oscuro.**

La musculatura del animal vivo y sano posee un pH aproximado de 7,0. Luego de la muerte se producen en la carne procesos de degradación bioquímica, los que conllevan una paulatina disminución del pH debido a la glucólisis anaeróbica que transforma el glicógeno muscular en ácido láctico en el músculo (Forrest y col., 1979; Wirth, 1987; Hofmann, 1988). En el vacuno la glucólisis se desarrolla lentamente, alcanzándose luego de 12 a 14 horas después del sacrificio valores de pH entre 5,3 y 5,7.

El pH de la carne tiene gran importancia en la conservación y características organolépticas de ésta, ya que impide la proliferación de bacterias ya existentes e influye también en las propiedades físicas de la carne como color, textura y capacidad de retención de agua (Price y Schweigert, 1976). De las modificaciones de color y pH de la carne dependen procesos tecnológicos tan importantes como el envasado al vacío de la carne y la estabilidad del color de los embutidos y productos cárnicos en general (Pellegrino, 1985).

Warris (1990, 2000) define la carne con corte oscuro como aquella que presenta un pH final mayor o igual a 6,0, medido después de 12 a 48 horas postmortem en el M. longissimus thoracis, y una coloración rojo oscura en lugar de rojo cereza. Esta carne presenta además una textura firme y seca debido a su elevada capacidad de retención de agua, produciendo poco o nada de exudado al corte.

Según Tarrant (1980) la calidad de la carne ya se deteriora cuando el pH final es igual o mayor a 5,8. El valor preciso en que las canales son denominadas corte oscuro depende de los factores de proceso y comercialización y se encuentra en el rango de pH de 5,8 a 6,3.



Valores sobre estos rangos son siempre asociados a un grado inaceptable de carne oscura, firme y seca.

Según Lawrie (1966), la carne con pH alto posee un color mas oscuro debido a que la actividad de las enzimas citocromos aumenta, reduciendo la metahemoglobina a mioglobina en lugar de oximioglobina, y también debido a que al aumentar la capacidad de retención de agua las fibras musculares se encuentran fuertemente comprimidas entre sí, oponiendo una barrera a la difusión de la luz. Como consecuencia de estos dos factores, la capa de oximioglobina, de color rojo brillante, es muy delgada y existe el predominio de mioglobina de color rojo púrpura, que le da a la carne un aspecto más oscuro.

La condición de corte oscuro en la carne es una consecuencia directa de una reducida concentración de glicógeno muscular al momento del sacrificio, provocada por la respuesta del animal a los diversos factores productores de estrés a los que son sometidos, por ejemplo, ejercicios prolongados, agotamiento y medio ambiente hostil, en otras palabras, un estrés del animal tanto físico como fisiológico (Flores y Rosmini, 1993; Sanz y col., 1996).

Si debido al sufrimiento y excitación previa al faenamiento, se produce un agotamiento de las reservas de glucógeno en el músculo, se forma poco ácido láctico y el pH se mantiene relativamente elevado, teniendo lugar la formación de la carne con corte oscuro. En el músculo que presenta corte oscuro la glucólisis se desarrolla más lentamente o de manera incompleta, con lo cual el pH se mantiene en niveles elevados por encima de 6,2 incluso después de 24 horas postmortem, debido a su bajo contenido de ácido láctico. Wirth (1987), sostiene que el origen de la carne con corte oscuro se atribuye a una elevada susceptibilidad de los animales al estrés. Debido a diferentes situaciones de estrés se produce un aumento en la secreción de la hormona de la glándula suprarrenal, adrenalina, el elevado nivel de ésta provoca la degradación rápida del fosfato propio de la carne, es decir del ATP (Price y Schweigert, 1976; Wirth, 1987; Hofmann, 1988).

Según Wirth (1987), los estímulos estresantes que actúan sobre los animales previo al faenamiento pueden ser disminuidos, pero es prácticamente imposible su eliminación total, por lo cual es un problema difícil de resolver.

### **3.3. - Frecuencia de presentación de Corte Oscuro y factores predisponentes.**

Según Forrest y col. (1979) el problema de corte oscuro aparece con una frecuencia de 3% en el ganado vacuno, en el cerdo y los lanares. Wirth (1987) indica que la frecuencia de aparición de esta anomalía es de un 5%, existiendo una marcada variación y siendo factores determinantes las características genéticas, el tratamiento de los animales previo a la faena y el método de faena.

Dentro de los factores predisponentes, Tarrant (1980) sugiere que los tres de mayor importancia en la presentación de corte oscuro en la carne bovina son:

1. Manejo previo a la matanza; donde el ganado sufre un estrés fisiológico y agotamiento debido a las inadecuadas condiciones de transporte, tiempo de espera, mezcla de lotes en los corrales de espera y uso de ducha.
2. Nutrición previa a la matanza, condiciones patológicas y factores genéticos.
3. Condiciones climáticas y estrés en general.

Scanga y col. (1998) demostraron que el uso de ciertos tratamientos agresivos con promotores de crecimiento también aumentan la incidencia de corte oscuro, aunque el mecanismo por el cual se produce no está claro. Además, observaron que otros factores como el tipo de corral, sexo, días desde el último implante hasta el sacrificio (especialmente, implantes combinados en novillos y reimplantes estrogénicos en vaquillas) y fluctuaciones de temperatura ambiental también contribuyen a la presentación de corte oscuro.

Los estudios sobre corte oscuro han mostrado incidencias ampliamente diferentes en distintos países y entre diferentes clases de ganado (Warris, 1990). Tarrant (1980) concluyó que las estimaciones típicas de corte oscuro varían desde 1 – 4% en novillos y vaquillas, 6 – 10% para vacas y 11 – 15% para toros jóvenes. Tarrant y Sherington (1980) estimaron una incidencia de canales con pH final  $\geq 6,0$  en el M. longissimus thoracis de 3,2%, y además encontraron un pronunciado efecto estacional con un aumento de la incidencia que va en el Hemisferio Norte desde un 1,2% para el período de febrero a agosto hasta un 5,2% para el período de septiembre a enero inclusive. Los toros jóvenes son particularmente propensos a la condición, con prevalencias incluso sobre 25% en algunos países (Warris, 2000).

La incidencia de corte oscuro en canales de novillos fue estimada en 8% en Canadá y entre 0,33 y 4,7% en los Estados Unidos (Munns y Burell, 1966). En Bélgica, el corte oscuro presenta incidencias de 7,2% en las vacas, 2,4% en los novillos, 21,2% en los toros jóvenes (Dezeure-Wallays y col., 1984). En el Reino Unido, Brown y col., (1990) encontraron incidencias de 4,1% para canales con pH  $\geq 6,0$ , y de 7,1% para canales con pH  $\geq 5,8$ , valor sobre el cual la carne presenta problemas de rápido deterioro cuando es envasada al vacío.

En Chile, en un estudio realizado por Palma (1980) para determinar la frecuencia de presentación del problema en bovinos faenados en una planta regional (Osorno) se encontró un 10,2% de canales con corte oscuro del total analizado, lo cual resulta un porcentaje considerable de canales afectadas. Los factores ambientales de mayor importancia en la presentación del problema, según los resultados de este estudio fueron el transporte por camión y el tiempo de ayuno de los animales.

En un estudio similar, Devia (1992) en Temuco, demostró una frecuencia de presentación de corte oscuro de un 4,99% del total analizado, donde los factores

predisponentes más importantes fueron el tiempo de transporte (> de 6 horas), la densidad animal, el tiempo de ayuno, la raza del animal (tipo Clavel y Frisón Negro) y el estado fisiológico del animal (hembras gestantes son más susceptibles).

Arcos (1994), encontró que las clases más afectadas son las denominadas novillos y novillitos, con porcentajes de 21,36% y 18,38% respectivamente; y dentro de éstos los novillos Overo Negro con edad de 6D por cronometría dentaria fueron los más afectados. Entre los factores condicionantes de corte oscuro están la edad y el estado de gordura de los animales. El uso de ducha en la manga de matanza y de la estimulación eléctrica durante la sangría ayudan a que la carne presente un color más adecuado.

Sanhueza (1999), estudió el efecto de diferentes tiempos de transporte sobre la calidad de la carne y observó que a mayor tiempo de transporte aumenta la frecuencia de presentación de corte oscuro. Lizondo (2000) concluyó que los tiempos de ayuno más prolongados, tanto tras el transporte corto como largo, también llevan a un aumento en la presentación de este problema.

### **3.4. - Problemas comerciales de la carne con Corte Oscuro.**

Price y Schweigert (1976) y Dransfield (1980), señalan que la carne con corte oscuro no es de mala calidad en estado cocinado, sobre todo aquella que procede de animales jóvenes y sanos. Sin embargo, Eldridge (1982) y Wirth (1987) manifiestan que la presencia de corte oscuro en la carne bovina hace que ésta sea inadecuada para el envasado al vacío. De hecho, para que el envasado al vacío de la carne tenga éxito y se logre prolongar su tiempo de vida útil al máximo, es fundamental contar con carne de buena calidad, lo cual implica que el pH al momento del envasado tiene que ser igual o inferior a 5,8 (Schoebitz, 2001).

La presencia de esta característica indeseable en la carne influye no sólo sobre la calidad de la misma, sino que desmejora también su aptitud para la comercialización (Paleari y col., 1995). La carne se presenta seca, untuosa en la superficie de corte y el color es notoriamente rojo oscuro (Wirth, 1987), características generalmente consideradas desagradables en las carnes rojas (Newton y Gill, 1981). Esta carne posee un pH por encima de 6,0 (Paleari y col., 1995) y es especialmente susceptible a un rápido deterioro bacteriano, por lo cual es discriminada por los consumidores y presenta problemas serios para la transformación en productos cárnicos y en la elaboración culinaria (Wirth, 1987).

Eikelenboom (1996), sostiene que los músculos de las canales de cerdos difieren en su susceptibilidad a presentar la anomalía de corte oscuro. En general, los músculos rojos contienen una proporción relativamente más alta de fibras rojas, las cuales tienen una mayor capacidad oxidativa y una baja capacidad glicolítica. Como resultado, los músculos rojos tienen un mayor contenido de mioglobina, un lento descenso de pH y un pH final alto.

Según Warris (2000) los diferentes músculos de la canal presentan las características de la anomalía de corte oscuro en diferentes grados. El M. longissimus thoracis es el músculo más propenso a presentar corte oscuro y es el mejor indicador para identificar el problema, debido a que posee una tendencia a mostrar los valores de pH final antes que los otros músculos (Tarrant, 1980). Si bien la presencia de las características de corte oscuro varía de un músculo a otro, el M. longissimus thoracis tiende a ser el más afectado, junto con los grandes músculos del cuarto trasero (Paleari y col., 1995; Warris, 2000), como por ejemplo, el m. semimembranosus, el M. biceps femoris y el M. semitendinosus (Tarrant, 1980). Dezeure-Wallays y col. (1984) determinaron que en canales con corte oscuro los músculos del cuarto posterior que presentaban pH más elevado a las 24 horas postmortem eran el M. longissimus thoracis, el M. biceps femoris, el M. semitendinosus, el M. gracilis y el M. gluteus medius entre otros, y del cuarto anterior el M. deltoideus, el M. infraspinatus, el M. supraspinatus y el M. triceps brachii laterale.

En Chile actualmente, en la mayoría de las plantas faenadoras el pH a las 24 horas se mide en el M. longissimus thoracis y a pesar de que sólo algunos músculos de la canal estarían claramente afectados, se produce la depreciación de la canal bovina completa con las consiguientes pérdidas para los productores e intermediarios. De acuerdo a los antecedentes expuestos anteriormente, se podría señalar que existe una exagerada devaluación económica de las canales que presentan la anomalía de corte oscuro, debido a que todos los cortes comerciales son rechazados para el proceso de envasado al vacío, pudiendo existir zonas musculares de la canal que presenten pH y color adecuados para este proceso.

Considerando lo anteriormente expuesto, el objetivo general de este estudio fue determinar si la anomalía corte oscuro afecta por igual a todas los cortes comerciales sin hueso de las canales bovinas, teniendo como hipótesis que no todos los músculos de la canal son afectados de la misma manera. Los objetivos específicos para este estudio fueron:

- Determinar los valores de pH muscular en los diferentes cortes comerciales sin hueso en las canales bovinas normales y con la anomalía de corte oscuro.
- Determinar valores de color en forma objetiva (L, a y b) en los cortes comerciales sin hueso en las canales bovinas normales y con la anomalía de corte oscuro.
- Determinar la frecuencia de presentación de  $\text{pH} \geq 5,8$  en los cortes comerciales sin hueso de las canales bovinas normales y con la anomalía de corte oscuro.
- Comparar los promedios de pH y color de cada corte comercial sin hueso en las canales normales y con la anomalía de corte oscuro.

## 4. MATERIAL Y MÉTODO.

Este estudio se realizó en el Instituto de Ciencia y Tecnología de Carnes de la Universidad Austral de Chile en colaboración con la Planta Faenadora de Carnes FRIVAL S.A., ubicada en la calle Balmaceda 8010, de la ciudad de Valdivia y forma parte del Proyecto FONDECYT 1010201 titulado “Efecto de diferentes condiciones de transporte, ayuno y manejo de bovinos previo al sacrificio, sobre el bienestar animal y la calidad de la carne”.

### 4.1. - Material biológico.

Para este estudio se utilizaron 24 medias canales izquierdas obtenidas de varios lotes de bovinos faenados entre el 23 de noviembre del 2001 y el 22 de enero del 2002, todos pertenecientes a la clase “novillitos” de acuerdo a la Norma Chilena Oficial para ganado bovino (Chile, 1994).

De las medias canales utilizadas en este experimento, 12 presentaban la anomalía de corte oscuro, lo cual fue determinado en el músculo longissimus thoracis (a nivel de la 9ª costilla) por la presencia de  $\text{pH} \geq 5,8$  aproximadamente 24 horas posterior al faenamiento. Las otras 12 medias canales, calificadas como normales, las cuales presentaban  $\text{pH} < 5,8$  medido en el área antes mencionada, fueron utilizadas como controles. Las canales normales y con corte oscuro fueron obtenidas en pares de cada lote de igual origen, de similar genotipo y sometidos a condiciones de alimentación, transporte, ayuno y faenamiento semejantes.

### 4.2. - Otros materiales.

Para realizar las mediciones de pH y color se utilizaron:

- Peachímetro con electrodo de pincho, marca HANNA (modelo HI 9025).
- Espectrocolorímetro Miniscan XE Plus, marca HUNTERLAB.
- Pautas para recolección de datos.
- Toalla de papel y papel Tissue.
- Agua destilada.

### **4.3. - Metodología.**

Para la obtención de los pares de medias canales (corte oscuro y normal) se revisaron los diferentes lotes faenados para determinar la presencia de canales con la anomalía de corte oscuro por detección de  $\text{pH} \geq 5,8$ . Al encontrarse por lo menos una canal con esta característica en un lote, se seleccionaba la mitad izquierda de ésta y la mitad izquierda de otra canal al azar del mismo lote que cumplía con los requisitos para ser utilizada como el par normal ( $\text{pH} < 5,8$ ).

Las medias canales utilizadas en este experimento tuvieron un mínimo de 24 y un máximo de 96 horas de enfriamiento (igual tiempo para cada par), presentando una temperatura interna de alrededor de  $7^{\circ}\text{C}$  al momento del desposte. El tiempo de enfriamiento estuvo directamente relacionado con la capacidad de desposte y comercialización de las canales por la planta faenadora.

El proceso de desposte de las medias canales se realizó de acuerdo a la Norma Chilena Oficial de Desposte (NCh 1596, Chile, 1999) y fue realizado por el personal de la sección de desposte de la planta. Para el desarrollo de este trabajo se utilizaron 23 cortes comerciales sin hueso de cada una de las medias canales bovinas (con corte oscuro y normales), los que están señalados en la Tabla 1 y cuya ubicación anatómica se indica en el Anexo 1.

#### **4.3.1. - pH.**

Una vez finalizado el desposte y separados todos los cortes a utilizar, se midió el pH con un electrodo de pincho en la profundidad del músculo principal de cada corte comercial y en el caso de los cortes planos el electrodo se introdujo en bisel (Tabla 1).

Luego de realizadas todas las mediciones de una media canal, se calibraba el peachímetro con soluciones buffer 4 y 7 respectivamente, y entre las mediciones de cada corte comercial se lavaba el electrodo con agua destilada y se secaba con toalla de papel.

#### **4.3.2. - Color.**

Para la determinación objetiva del color se utilizó un colorímetro HUNTERLAB, el cual fue programado con una inclinación de  $10^{\circ}$ , iluminante D65 (lo cual corresponde a la semejanza de la luz natural), con la escala L (luminosidad), a (tenores de rojo) y b (tenores de amarillo), con una longitud de onda de 400nm y 700 nm. Los cuadrantes en los que a y b se mueven (pudiendo ser positivos o negativos) son parte de una figura tridimensional, que en conjunto con L, ubican el color determinado en alguna parte dentro de esta figura (Warris, 1996).

Se realizaron tres mediciones en la misma cara del músculo principal del corte (Tabla 1) de las cuales se obtuvo un promedio para cada coordenada: L, a y b. Se tuvo especial cuidado de no medir sobre grasa, tejido conectivo o restos de hueso producto del cuarteo, debido a la interferencia que podrían producir en las mediciones.

#### **4.4. - Análisis de datos.**

Para el análisis de los datos obtenidos se utilizó estadística descriptiva con determinación de promedios, porcentajes y desviaciones estándar para cada corte comercial de las canales con corte oscuro y normales. Además, se realizó un análisis de varianza para establecer diferencias estadísticamente significativas entre las canales con corte oscuro y las canales normales para los 23 cortes en general y para cada corte comercial en particular. Los datos se analizaron usando diferentes procedimientos del paquete computacional Statistical Analysis System (S.A.S., 1990). Se consideró un nivel de significancia estadística con un valor de  $P < 0,05$ .

Tabla 1. Cortes comerciales de carne bovina según NCH 1596 que se utilizaron en el estudio y principal músculo componente en el que se realizaron las mediciones de pH y color.

<b>Nombre corte comercial</b>	<b>Músculo principal del corte.</b>	<b>Lugar de medición. (cara del corte)</b>
<b>PIERNA</b>		
1. Lomo liso	M. longissimus thoracis et lumborum (desde 10 <sup>a</sup> costilla hasta última vértebra lumbar)	Craneal.
2. Filete	M. psoas major.	Lateral.
3. Punta de ganso	M. gluteobiceps	Lateral.
4. Ganso	M. gluteobiceps	Lateral.
5. Pollo ganso	M. semitendinosus	Medial.
6. Posta negra	M. semimembranosus	Medial.
7. Posta rosada	M. quadriceps femoris	Lateral.
8. Asiento	M. gluteus medius	Lateral.
9. Punta de picana	M. tensor fasciae latae	Lateral.
10. Tapabarriga	M. obliquus internus abdominis	Lateral.
11. Palanca	M. rectus abdominis	Medial.
12. Abastero	M. gastrocnemius	Medial.
<b>PALETA</b>		
13. Malaya	M. cutaneus trunci	Lateral.
14. Plateada	M. latissimus dorsi	Lateral.
15. Sobrecostilla	M. serratus ventralis thoracis	Medial.
16. Tapapecho	Mm. pectorales	Lateral.
17. Cogote	M. trapezius	Medial.
18. Huachalomo	M. semiespinalis capitis	Caudal.
19. Choclillo	M. supraspinatus	Medial.
20. Punta de paleta	M. infraspinatus	Medial.
21. Asado del carnicero	M. subscapularis	Lateral.
22. Posta de paleta	M. triceps brachii	Lateral.
23. Lomo vetado	M. longissimus thoracis (entre la 4 <sup>a</sup> y 9 <sup>a</sup> costilla)	Caudal.



## 5. RESULTADOS.

A continuación se presentan los resultados generales obtenidos de las mediciones de pH y color de todos los cortes comerciales analizados en las canales normales y con corte oscuro.

Cuadro 1: Promedios y nivel de significancia de pH, “L”, “a” y “b” de los 23 cortes comerciales de las canales bovinas normales y con corte oscuro.

<b>Variable</b>	<b>Canales normales</b>	<b>Canales con corte oscuro</b>	<b>Significancia (P)</b>
<b>pH</b>	5,44	5,74	0,0001 *
<b>L</b>	28,42	27,56	0,0028 *
<b>a</b>	12,78	11,75	0,0001 *
<b>b</b>	8,08	7,60	0,0001 *

Nota: Asteriscos indican la existencia de diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0,05$ ) entre los cortes comerciales de las canales normales y con corte oscuro.

En el Cuadro 1 se observa que tanto en las canales normales como en aquellas con corte oscuro los promedios de pH fueron menores a 5,8, valor utilizado como indicador de la presencia de corte oscuro; sin embargo, en las canales con corte oscuro este promedio fue significativamente superior al del grupo de canales normales. En cuanto a los valores de color (L, a y b) éstos fueron significativamente menores para las tres variables en las canales con corte oscuro.

Los resultados de las mediciones de pH y color realizadas para cada corte comercial en las canales normales y con corte oscuro en este estudio se presentarán en capítulos individuales.

### 5.1. - pH.

En el cuadro 2 se presentan los promedios ( $\pm$  D.E.) de las mediciones de pH para cada corte comercial de las canales normales y con corte oscuro (valores individuales en anexos 2 - 25). Se puede observar que en el grupo de canales normales todos los cortes comerciales presentaron promedios de  $\text{pH} < 5,8$ . El promedio de pH más alto en este grupo se observa en

el corte tapabarriga y fue de 5,66; en cambio, el corte con el menor promedio de pH fue el asiento con un promedio de pH de 5,29.

Cuadro 2: Promedios ( $\pm$ D.E.) y nivel de significancia de pH en los diferentes cortes comerciales de canales bovinas normales y con corte oscuro.

Corte comercial	Promedio de pH ( $\pm$ D.E.)		
	Canales normales	Canales con corte oscuro	Significancia (P)
<b>PIERNA</b>			
<b>Abastero</b>	5,43 ( $\pm$ 0,12)	<b>6,08 (<math>\pm</math> 0,34)</b>	<b>0,0001 *</b>
<b>Asiento</b>	5,29 ( $\pm$ 0,10)	5,56 ( $\pm$ 0,27)	<b>0,0041 *</b>
Filete	5,38 ( $\pm$ 0,15)	5,43 ( $\pm$ 0,30)	0,3429
Ganso	5,31 ( $\pm$ 0,09)	5,36 ( $\pm$ 0,22)	0,4046
<b>Lomo liso</b>	5,47 ( $\pm$ 0,30)	<b>6,29 (<math>\pm</math> 0,38)</b>	<b>0,0001 *</b>
Palanca	5,60 ( $\pm$ 0,15)	5,75 ( $\pm$ 0,28)	0,1232
<b>Pollo ganso</b>	5,41 ( $\pm$ 0,32)	<b>6,20 (<math>\pm</math> 0,33)</b>	<b>0,0001 *</b>
<b>Posta negra</b>	5,30 ( $\pm$ 0,08)	<b>5,85 (<math>\pm</math> 0,46)</b>	<b>0,0005 *</b>
Posta rosada	5,35 ( $\pm$ 0,07)	5,48 ( $\pm$ 0,34)	0,2343
Punta de ganso	5,34 ( $\pm$ 0,08)	5,40 ( $\pm$ 0,15)	0,2286
<b>Punta de picana</b>	5,37 ( $\pm$ 0,06)	5,69 ( $\pm$ 0,42)	<b>0,0166 *</b>
<b>Tapabarriga</b>	5,66 ( $\pm$ 0,11)	<b>5,89 (<math>\pm</math> 0,21)</b>	<b>0,0036 *</b>
<b>PALETA</b>			
<b>Asado del carnicero</b>	5,56 ( $\pm$ 0,17)	<b>6,01 (<math>\pm</math> 0,43)</b>	<b>0,0028 *</b>
<b>Chocillo</b>	5,44 ( $\pm$ 0,10)	5,64 ( $\pm$ 0,28)	<b>0,0328 *</b>
Cogote	5,57 ( $\pm$ 0,12)	5,58 ( $\pm$ 0,25)	0,8791
Huachalomo	5,44 ( $\pm$ 0,07)	5,52 ( $\pm$ 0,21)	0,2053
<b>Lomo vetado</b>	5,41 ( $\pm$ 0,14)	<b>6,32 (<math>\pm</math> 0,32)</b>	<b>0,0001 *</b>
Malaya	5,64 ( $\pm$ 0,27)	5,73 ( $\pm$ 0,44)	0,5789
<b>Plateada</b>	5,37 ( $\pm$ 0,09)	5,79 ( $\pm$ 0,40)	<b>0,0018 *</b>
Posta de paleta	5,39 ( $\pm$ 0,14)	5,44 ( $\pm$ 0,25)	0,5065
Punta de paleta	5,58 ( $\pm$ 0,14)	5,69 ( $\pm$ 0,19)	0,1210
<b>Sobrecostilla</b>	5,48 ( $\pm$ 0,19)	5,76 ( $\pm$ 0,35)	<b>0,0270 *</b>
tapapecho	5,41 ( $\pm$ 0,08)	5,56 ( $\pm$ 0,35)	0,1512

Nota: Asteriscos indican la existencia de diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0,05$ ) entre los cortes comerciales de las canales normales y con corte oscuro.  
Los números en rojo indican la presencia de promedios  $\geq$  a 5,8.

Si bien los promedios de pH fueron, en general, mayores en todos los cortes comerciales de las canales con corte oscuro al compararlos con las canales normales, las diferencias resultaron ser significativas estadísticamente ( $P < 0,05$ ) sólo para 12 cortes. Las mayores diferencias ( $P < 0,0001$ ) se presentaron en los cortes abastero, lomo liso, pollo ganso y lomo vetado. En las canales con corte oscuro se observa que 7 de los 23 cortes comerciales mostraron promedios de  $\text{pH} \geq 5,8$ ; los promedios más altos de pH se presentaron en los cortes lomo vetado ( $\text{pH} 6,32$ ), seguido por el lomo liso ( $\text{pH} 6,29$ ) y pollo ganso ( $\text{pH} 6,20$ ).

En relación a la distribución de los cortes comerciales con promedios de  $\text{pH} \geq 5,8$  dentro de la canal (pierna y paleta) se puede observar que ésta no fue homogénea, presentándose una mayor cantidad de estos en la zona de la pierna (5/12); en cambio, en la paleta sólo se presentaron dos cortes comerciales los cuales corresponden al lomo vetado ( $\text{pH} 6,32$ ) y asado del carnicero ( $\text{pH} 6,01$ ).

Al analizar las desviaciones estándar en ambos grupos se observa que en general la variabilidad fue mayor en el grupo de canales con corte oscuro.

En el cuadro 3, se observa que, si bien, en ambos grupos se presentaron cortes comerciales con  $\text{pH} \geq 5,8$ , los porcentajes de presentación fueron mayores en las canales con la anomalía de corte oscuro.

Dentro de los cortes pertenecientes a las canales con corte oscuro se puede observar que 8 del total de estos presentaron  $\text{pH} \geq 5,8$  en porcentaje mayor o igual a 50%. Excluyendo el corte lomo vetado, el cual fue utilizado como indicador de la presencia de la anomalía de corte oscuro y que, por lo tanto, figura con un 100%, los cortes con mayor porcentaje de presentación de  $\text{pH} \geq 5,8$  fueron de mayor a menor: lomo liso y pollo ganso (91,7%), abastero (83,3%), asado del carnicero (66,7%), posta negra, tapabarriga y plateada (50%).

Dentro de las canales normales, los cortes con un mayor porcentaje de presentación de  $\text{pH} \geq 5,8$  (correspondiente a un 16,7%) fueron la palanca, malaya y sobrecostilla.

Los cortes filete y punta de ganso no presentaron  $\text{pH} \geq 5,8$  en ninguna canal (de los dos grupos) y el corte ganso sólo en una perteneciente al grupo de canales con corte oscuro. Es interesante destacar que los cortes ganso y punta de ganso corresponden al mismo músculo (m. gluteobiceps).

Cuadro 3: Frecuencia de presentación de  $\text{pH} \geq 5,8$  en los diferentes cortes comerciales de canales bovinas normales y con corte oscuro.

Corte comercial	Canales normales		Canales con corte oscuro	
	n = 12	%	n = 12	%
<b>PIERNA</b>				
<b>Abastero</b>	0	0,0	<b>10</b>	<b>83,3</b>
Asiento	0	0,0	1	8,3
Filete	0	0,0	0	0,0
Ganso	0	0,0	1	8,3
<b>Lomo liso</b>	1	8,3	<b>11</b>	<b>91,7</b>
Palanca	2	16,7	4	33,3
<b>Pollo ganso</b>	1	8,3	<b>11</b>	<b>91,7</b>
<b>Posta negra</b>	0	0,0	<b>6</b>	<b>50,0</b>
Posta rosada	0	0,0	2	16,7
Punta de ganso	0	0,0	0	0,0
Punta de picana	0	0,0	3	25,0
<b>Tapabarriga</b>	1	8,3	<b>6</b>	<b>50,0</b>
<b>PALETA</b>				
<b>Asado de carnicero</b>	1	8,3	<b>8</b>	<b>66,7</b>
Choclillo	0	0,0	3	25,0
Cogote	0	0,0	2	16,7
Huachalomo	0	0,0	2	16,7
<b>Lomo vetado</b>	0	0,0	<b>12</b>	<b>100,0</b>
Malaya	2	16,7	5	45,5
<b>Plateada</b>	0	0,0	<b>6</b>	<b>50,0</b>
Posta de paleta	0	0,0	1	8,3
Punta de paleta	1	8,3	2	16,7
Sobrecostilla	2	16,7	3	25,0
Tapapecho	0	0,0	2	16,7

Nota: Negritas indican porcentajes de presentación mayor de 50% en canales con corte oscuro.

La figura 1, resume los resultados obtenidos para pH (Cuadro 2) y muestra la ubicación de los cortes comerciales que presentaron significancia estadística para esta variable. De éstos, se observa que 7 cortes comerciales presentaron promedios de pH  $\geq 5,8$  en las canales con corte oscuro y dentro de éstos se encuentran: asado de carnicero, lomo vetado, lomo liso, tapabarriga, posta negra, pollo ganso y abastero. También se observa en esta figura que hubo 5 cortes comerciales que aún difiriendo significativamente entre las canales normales y con corte oscuro no alcanzaron promedios de pH  $\geq 5,8$  en las canales con la anomalía.

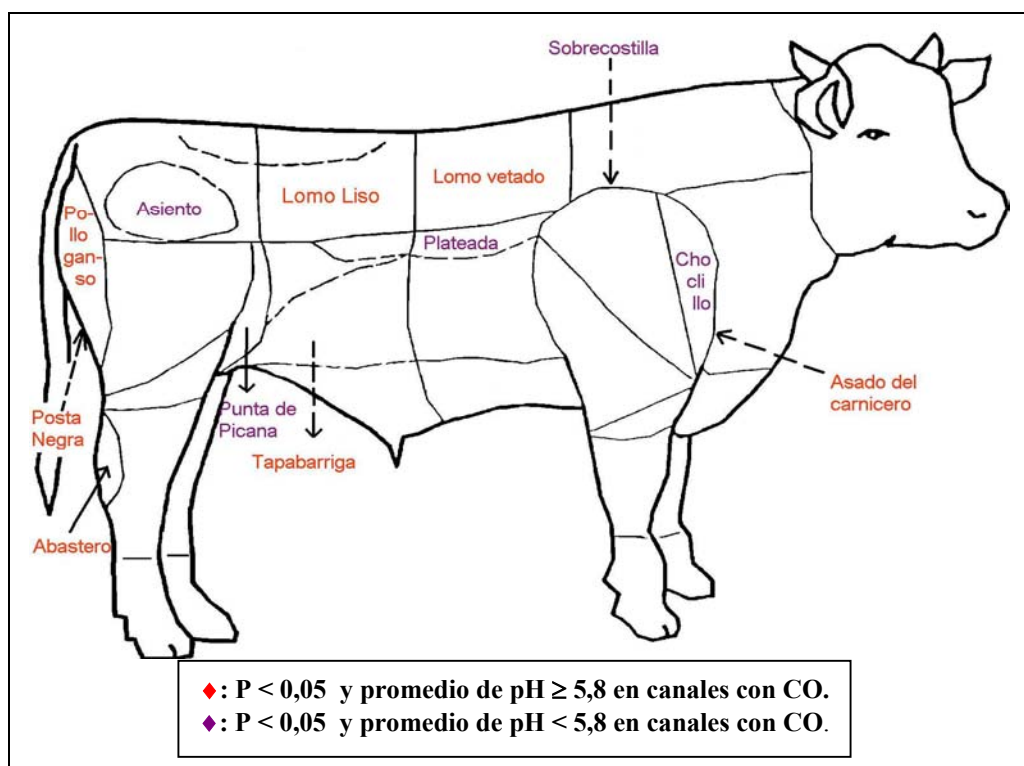


Figura 1: Cortes comerciales significativamente estadísticos para la variable de pH en las canales bovinas con la anomalía de corte oscuro.

## 5.2. - Color.

Cuadro 4: Promedios ( $\pm$ D.E.) y nivel de significancia de “L” (luminosidad) en los diferentes cortes comerciales de canales bovinas normales y con corte oscuro.

Corte comercial	Promedio de L ( $\pm$ D.E.)		
	Canales normales	Canales con corte oscuro	Significancia (P)
<b>PIERNA</b>			
<b>Abastero</b>	<b>25,36 (<math>\pm</math> 1,53)</b>	<b>23,32 (<math>\pm</math> 2,27)</b>	<b>0,0172 *</b>
Asiento	26,57 ( $\pm$ 1,50)	27,06 ( $\pm$ 3,46)	0,6523
Filete	26,17 ( $\pm$ 2,74)	26,85 ( $\pm$ 3,18)	0,5782
Ganso	27,12 ( $\pm$ 1,50)	27,34 ( $\pm$ 2,47)	0,7956
<b>Lomo liso</b>	<b>28,09(<math>\pm</math> 2,79)</b>	<b>23,40 (<math>\pm</math> 2,61)</b>	<b>0,0003 *</b>
Palanca	26,37 ( $\pm$ 1,58)	26,80 ( $\pm$ 3,06)	0,6682
<b>Pollo ganso</b>	<b>32,74 (<math>\pm</math> 2,86)</b>	<b>27,59 (<math>\pm</math> 4,25)</b>	<b>0,0021 *</b>
Posta negra	25,71 ( $\pm$ 2,46)	23,97 ( $\pm$ 3,86)	0,2003
Posta rosada	28,79 ( $\pm$ 2,23)	29,08 ( $\pm$ 4,34)	0,8384
Punta de ganso	27,61 ( $\pm$ 1,36)	27,94 ( $\pm$ 1,88)	0,6205
Punta de picana	27,10 ( $\pm$ 1,78)	27,73 ( $\pm$ 3,27)	0,5623
Tapabarriga	29,20 ( $\pm$ 1,44)	28,05 ( $\pm$ 3,00)	0,2417
<b>PALETA</b>			
Asado de carnicero	27,90 ( $\pm$ 1,92)	26,04 ( $\pm$ 3,08)	0,0903
Chocllillo	28,26 ( $\pm$ 2,52)	29,35 ( $\pm$ 2,04)	0,2588
Cogote	31,50 ( $\pm$ 2,06)	30,63 ( $\pm$ 3,59)	0,4748
Huachalomo	29,57 ( $\pm$ 1,52)	30,39 ( $\pm$ 2,38)	0,3275
<b>Lomo vetado</b>	<b>28,45 (<math>\pm</math> 2,07)</b>	<b>23,48 (<math>\pm</math> 2,44)</b>	<b>0,0001 *</b>
Malaya	34,92 ( $\pm$ 2,29)	35,59 ( $\pm$ 3,82)	0,6263
Plateada	28,86 ( $\pm$ 1,58)	28,60 ( $\pm$ 3,63)	0,8201
Posta de paleta	28,70 ( $\pm$ 1,64)	29,22 ( $\pm$ 2,73)	0,5783
Punta de paleta	28,62 ( $\pm$ 1,53)	28,22 ( $\pm$ 2,09)	0,6035
Sobrecostilla	29,20 ( $\pm$ 2,33)	28,12 ( $\pm$ 2,52)	0,2874
Tapapecho	28,95 ( $\pm$ 1,77)	27,80 ( $\pm$ 3,04)	0,2694

Nota: Asteriscos indican la existencia de diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0,05$ ) entre los cortes comerciales de las canales normales y con corte oscuro.

En el cuadro 4, se presentan los valores promedio para “L” (luminosidad) de los cortes comerciales de las canales normales y con corte oscuro (valores individuales en anexos 2 - 25). Se observa que los promedios para esta variable, en la mayoría de los cortes comerciales, fueron similares en ambos grupos y en la mayoría de los casos fluctuaron entre 25,36 y 34,92 para las canales normales y entre 23,32 y 35,59 para las canales con la anomalía de corte oscuro. Sólo 4 de los 23 cortes comerciales presentaron diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0,005$ ) entre ambos grupos y éstos corresponden a los cortes abastero, lomo liso, pollo ganso y lomo vetado, observándose valores de “L” más bajos en las canales con corte oscuro.

Los cortes comerciales de las canales normales y con corte oscuro que presentaron el promedio más bajo y más alto de “L” respectivamente fueron el abastero y la malaya. En cuanto a las desviaciones estándar se puede observar que éstas fueron en general mayores en las canales con corte oscuro, reflejando una mayor variabilidad de la luminosidad en éstas.

El cuadro 5 muestra los valores promedio de “a” (tenor de rojo) para los diferentes cortes comerciales en las canales normales y con corte oscuro (valores individuales en anexos 2 - 25). Se observa que los promedios de “a” fueron, en general, menores en los cortes comerciales de las canales con corte oscuro al compararlos con los de las canales normales. Sin embargo, de los 23 cortes comerciales sólo 3 presentaron diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0,05$ ) entre ambos grupos; éstos corresponden al lomo vetado, lomo liso y pollo ganso.

Los cortes comerciales que presentaron los valores promedios de “a” más bajos en las canales con corte oscuro fueron el lomo liso (9,76) y el lomo vetado (9,82) y en las canales normales fueron los cortes filete (11,44) y palanca (11,50). Los promedios más altos se encontraron en el corte ganso (13,68) en las canales normales y en la sobrecoquilla (13,82) en las canales con corte oscuro.

En el cuadro 6 se presentan los valores promedio de las mediciones de “b” (tenor de amarillo) de los cortes comerciales de las canales normales y con corte oscuro (valores individuales en anexos 2 - 25). Se observa que los promedios de “b”, en general, fueron menores en las canales con corte oscuro, aunque hubo diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0,05$ ) en sólo 3 cortes comerciales que fueron el lomo liso, pollo ganso y lomo vetado. El corte que presentó los promedios más bajos para esta variable, en ambos grupos, fue el corte abastero y el valor más alto de “b” se presentó en el corte pollo ganso (9,56) del grupo de canales normales y en el corte sobrecoquilla (8,94) del grupo de canales con corte oscuro.

En cuanto a los valores de desviación estándar, se observa que éstos fueron levemente más altos en la mayoría de los cortes comerciales de las canales con corte oscuro.

Cuadro 5: Promedios ( $\pm$ D.E.) y nivel de significancia de “a” (tenor de rojo) en los diferentes cortes comerciales de canales bovinas normales y con corte oscuro.

Corte comercial	Promedio de a ( $\pm$ D.E.)		
	Canales normales	Canales con corte oscuro	Significancia (P)
<b>PIERNA</b>			
Abastero	11,46 ( $\pm$ 1,44)	10,91 ( $\pm$ 0,95)	0,2754
Asiento	13,03 ( $\pm$ 1,51)	11,67 ( $\pm$ 1,88)	0,0621
Filete	11,44 ( $\pm$ 1,45)	10,82 ( $\pm$ 1,33)	0,2853
Ganso	13,68 ( $\pm$ 1,47)	13,35 ( $\pm$ 1,63)	0,6085
<b>Lomo liso</b>	<b>13,39 (<math>\pm</math> 2,51)</b>	<b>9,76 (<math>\pm</math> 0,89)</b>	<b>0,0001*</b>
Palanca	11,50 ( $\pm$ 0,82)	11,21 ( $\pm$ 1,11)	0,4698
<b>Pollo ganso</b>	<b>13,05 (<math>\pm</math> 1,56)</b>	<b>10,97 (<math>\pm</math> 1,41)</b>	<b>0,0024 *</b>
Posta negra	13,03 ( $\pm$ 2,06)	11,55 ( $\pm$ 1,82)	0,0766
Posta rosada	11,73 ( $\pm$ 1,70)	11,61 ( $\pm$ 1,91)	0,8652
Punta de ganso	13,36 ( $\pm$ 1,26)	13,40 ( $\pm$ 1,24)	0,9357
Punta de picana	12,57 ( $\pm$ 0,98)	11,48 ( $\pm$ 1,94)	0,0951
Tapabarriga	12,98 ( $\pm$ 1,94)	12,39 ( $\pm$ 1,51)	0,4114
<b>PALETA</b>			
Asado de carnicero	12,87 ( $\pm$ 1,73)	11,75 ( $\pm$ 1,26)	0,0801
Choclillo	13,19 ( $\pm$ 1,43)	13,00 ( $\pm$ 1,66)	0,7584
Cogote	13,61 ( $\pm$ 1,38)	12,63 ( $\pm$ 1,31)	0,0891
Huachalomo	12,95 ( $\pm$ 1,27)	12,20 ( $\pm$ 1,53)	0,2082
<b>Lomo vetado</b>	<b>13,42 (<math>\pm</math> 2,53)</b>	<b>9,82 (<math>\pm</math> 1,38)</b>	<b>0,0003 *</b>
Malaya	12,93 ( $\pm$ 2,16)	11,71 ( $\pm$ 1,61)	0,1504
Plateada	11,98 ( $\pm$ 0,90)	11,24 ( $\pm$ 1,05)	0,0774
Posta de paleta	11,56 ( $\pm$ 1,70)	11,15 ( $\pm$ 1,45)	0,5357
Punta de paleta	13,31 ( $\pm$ 1,30)	12,86 ( $\pm$ 1,55)	0,4457
Sobrecostilla	14,05 ( $\pm$ 1,27)	13,82 ( $\pm$ 1,08)	0,6337
Tapapecho	11,94 ( $\pm$ 0,86)	11,45 ( $\pm$ 1,14)	0,2440

Nota: Asteriscos indican la existencia de diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0,05$ ) entre los cortes comerciales de canales normales y con corte oscuro.



Cuadro 6: Promedios ( $\pm$ D.E.) y nivel de significancia de “b” (tenor de amarillo) en los diferentes cortes comerciales de canales bovinas normales y con corte oscuro.

Corte comercial	Promedio de b (+/- D.E.)		
	Canales normales	Canales con corte oscuro	Significancia (P)
<b>PIERNA</b>			
Abastero	6,70 (+/- 0,99)	6,26 (+/- 0,88)	0,2613
Asiento	7,90 (+/- 0,85)	7,57 (+/- 1,35)	0,4926
Filete	6,72 (+/- 1,17)	7,03 (+/- 1,09)	0,5153
Ganso	8,43 (+/- 0,91)	8,47 (+/- 1,16)	0,9260
<b>Lomo liso</b>	<b>8,73 (+/- 1,28)</b>	<b>6,40 (+/- 1,05)</b>	<b>0,0001 *</b>
Palanca	7,04 (+/- 0,83)	6,95 (+/- 1,18)	0,8259
<b>Pollo ganso</b>	<b>9,56 (+/- 1,16)</b>	<b>7,54 (+/- 1,14)</b>	<b>0,0003 *</b>
Posta negra	7,72 (+/- 1,39)	6,80 (+/- 1,57)	0,1432
Posta rosada	7,56 (+/- 1,30)	7,75 (+/- 1,49)	0,7403
Punta de ganso	8,36 (+/- 0,72)	8,57 (+/- 0,81)	0,5029
Punta de picana	7,63 (+/- 0,63)	7,42 (+/- 1,11)	0,5648
Tapabarriga	8,02 (+/- 0,95)	7,69 (+/- 0,94)	0,4009
<b>PALETA</b>			
Asado de carnicero	8,17 (+/- 0,81)	7,50 (+/- 1,09)	0,0998
Chocllillo	8,47 (+/- 1,08)	8,42 (+/- 0,95)	0,9036
Cogote	9,01 (+/- 0,69)	8,50 (+/- 1,10)	0,1914
Huachalomo	8,35 (+/- 0,83)	8,29 (+/- 1,01)	0,8771
<b>Lomo vetado</b>	<b>8,62 (+/- 1,35)</b>	<b>6,38 (+/- 1,22)</b>	<b>0,0003 *</b>
Malaya	7,82 (+/- 1,29)	7,51 (+/- 1,89)	0,6604
Plateada	7,80 (+/- 0,64)	7,57 (+/- 0,88)	0,4693
Posta de paleta	7,63 (+/- 1,21)	7,60 (+/- 1,10)	0,9555
Punta de paleta	8,62 (+/- 0,83)	8,58 (+/- 1,09)	0,9205
Sobrecostilla	8,85 (+/- 0,73)	8,94 (+/- 0,91)	0,7862
Tapapecho	7,68 (+/- 0,67)	7,46 (+/- 0,80)	0,4789

Nota: Asteriscos indican la existencia de diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0,05$ ) entre los cortes comerciales de las canales normales y con corte oscuro.

La figura 2 resume los tres cuadros con los promedios de “L”, “a” y “b” (Cuadros 4, 5 y 6) mostrando que los cortes que presentaron diferencias estadísticamente significativas para las tres variables de color fueron: lomo vetado, lomo liso y pollo ganso. El corte abastero difirió significativamente sólo para “L”. Estos son los mismos cortes que presentaron una mayor diferencia estadística para pH ( $P < 0,0001$ ).

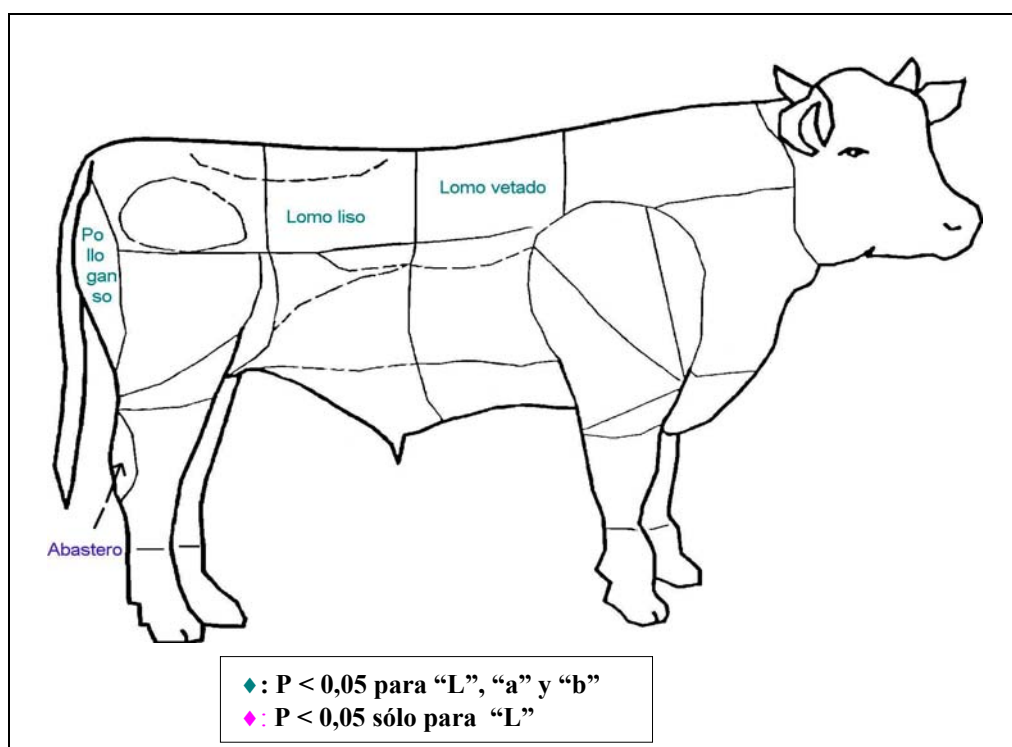


Figura 2: Cortes comerciales significativamente estadísticos para las variables de color “L”, “a” y “b” en las canales bovinas con corte oscuro.

## 6. DISCUSIÓN.

### 6.1. - pH.

Para que el envasado de la carne al vacío tenga éxito y se logre prolongar su tiempo de vida útil al máximo es fundamental contar con carne de buena calidad, lo cual implica que el pH al momento del envasado tiene que ser igual o inferior a 5,8 (Schoebitz, 2001). Este procedimiento priva a las bacterias de oxígeno, provocando una selección de la flora bacteriana en desmedro de los microorganismos de la descomposición de la carne. La carne normal puede ser almacenada a temperatura de refrigeración por más de 10 semanas bajo condiciones anaeróbicas provistas en el interior de los empaques; pero cuando carne con un elevado pH final es envasada al vacío, el tiempo de vida útil de ésta es menor a 4 semanas, el contenido del envase se torna verde y cuando es abierto expele un olor pútrido (Gregory, 1998). Esta es la razón fundamental por la cual en este estudio se tomó como base para considerar un corte normal un  $\text{pH} < 5,8$ .

Al analizar los promedios de pH para cada grupo de canales (normales y con corte oscuro) utilizando todos los cortes comerciales analizados (Cuadro 1) se observa que, si bien, el promedio correspondiente al grupo de canales con corte oscuro es inferior a 5,8, éste resultó ser significativamente mayor ( $\text{pH} 5,74$ ) que el de las canales normales ( $\text{pH} 5,44$ ). Lo observado anteriormente se explicaría por la presencia de numerosos cortes comerciales con  $\text{pH} > 5,8$ , incluso  $> 6,5$ , en el grupo de canales con la anomalía de corte oscuro; sin embargo, en éstas también se encuentran cortes comerciales con promedios de pH considerados normales (Anexos 2 –13).

En relación a los resultados de las mediciones de pH para cada corte comercial (Cuadro 2), se observa que las canales con la anomalía de corte oscuro presentan promedios de  $\text{pH} \geq 5,8$  para varios cortes comerciales, entre los que se encuentran el lomo vetado, lomo liso, pollo ganso, abastero, asado del carnicero, posta negra y tapabarriga, los cuales corresponden principalmente a los músculos *longissimus thoracis et lumborum*, *M. semitendinosus*, *M. gastrocnemius*, *M. subscapularis*, *M. semimembranosus* y *M. obliquus internus abdominis* respectivamente. Además, se observan cortes comerciales que presentaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos, aunque no alcanzaron promedios de  $\text{pH} \geq 5,8$ , como son el asiento, punta de picana, chochlillo, plateada y sobrecostilla (Cuadro 2 y Figura 2); lo anterior indicaría que también fueron afectados por el problema de estrés, pero no de una forma tan intensa como para llegar a tener un pH que sobrepase el límite considerado de normalidad para la carne de bovino.

Moreno y col. (1999) indican que cuando los cortes se comercializan en fresco, su calidad se deteriorará 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 la carga microbiana. La carne despostada usualmente es almacenada entre 0-5°C; a estas temperaturas los tipos de microorganismos que crecen en la superficie de la carne y la vida útil de ésta son determinados por el pH, la disponibilidad de sustratos utilizables por las bacterias y la disponibilidad de agua en la superficie de la carne; un pH elevado de ésta se encuentra asociado con un rápido crecimiento bacteriano y la consiguiente descomposición de la carne (Gregory, 1998). Así cuando las canales con corte oscuro han sido despostadas los cortes resultantes serán más propensos a un rápido deterioro bacteriano (Newton y Gill, 1981). Si bien lo anterior hoy determina que toda la canal sea castigada en su precio por el destino más limitado de la materia prima, los resultados indican que deberían diferenciarse más bien cortes afectados que canales afectadas.

De los 7 cortes anteriormente mencionados que presentan un promedio de  $\text{pH} \geq 5,8$  (Cuadro 2) en las canales con corte oscuro, se puede observar que 5 de ellos pertenecen al cuarto posterior del animal (pierna), lo cual indicaría que este cuarto concentra la mayor cantidad de cortes afectados. Esto concuerda con lo planteado por Warris (2000), quien señala que los diferentes músculos de la canal exhiben la anomalía de corte oscuro en distintos grados, siendo el *M. longissimus thoracis* el más afectado, seguido por los grandes músculos del cuarto posterior y que el cuarto anterior es sólo ligeramente afectado. Asimismo, esto coincide con un estudio realizado por Tarrant y Sherington (1980), en el cual se midió el pH en 13 músculos de canales bovinas y se encontró que los valores anormalmente altos de pH final están usualmente asociados a músculos específicos, como el *M. semitendinosus*, *M. semimembranosus*, *M. adductor* y *M. gluteus medius*, todos pertenecientes al cuarto posterior. Dezeure-Wallays y col. (1984) también encontraron que los músculos del cuarto anterior son menos sensibles al corte oscuro que los del cuarto posterior, y dentro de los músculos más sensibles a esta anomalía nombran el *M. longissimus thoracis*, pero además a los *M. biceps femoris* (*M. gluteobiceps*), *M. semitendinosus* y el *M. gracilis*; lo cual difiere de los resultados obtenidos en este estudio donde el *M. gluteobiceps* es uno de los músculos que no resulta afectado por la anomalía de corte oscuro.

Warris (2000) postula que existen dos razones para lo mencionado anteriormente. Primero, que la musculatura del lomo y del cuarto posterior tiene una mayor actividad durante las interacciones físicas que ocurren entre los animales, especialmente en peleas y conductas de monta. Segundo, que la propensión de los músculos a presentar DFD puede estar influenciada por el tipo metabólico de éstos, que a la vez se fundamenta en su composición de tipos de fibras. Los modelos de depleción del glicógeno son diferentes en las fibras rojas y blancas; las fibras oxidativas rojas tienen una concentración relativamente baja de glicógeno, la cual es fácilmente depletada. Esto es más posible que ocurra en las fibras rojas rápidas como las encontradas en el *M. longissimus* y el *M. semimembranosus* que en las fibras blancas, por lo cual los músculos rojos serían más propensos al corte oscuro.

Por otra parte, según una evaluación comercial preliminar de Castro (2002)<sup>\*</sup>, realizada con algunos lotes de canales en la Planta Faenadora de Valdivia, se encontró que los cortes comerciales más afectados dentro de las canales con corte oscuro serían el lomo vetado, lomo liso, pollo ganso, asado del carnicero, abastero y tapabarriga; lo cual concuerda con los resultados obtenidos en el presente estudio. En este caso, se agregaría a los cortes comerciales antes mencionados la posta negra, corte que en este estudio presentó un promedio de pH mayor a 5,8 en las canales con la anomalía, pero no así en la evaluación previa realizada en esta planta.

En este estudio se utilizó como indicador de la presencia de corte oscuro un pH  $\geq 5,8$  en el *M. longissimus thoracis* (correspondiente al lomo vetado), músculo usado frecuentemente en los estudios de carne, el cual tiene la característica de presentar los valores de pH final antes que el resto de los músculos de la canal (Tarrant, 1980). Lo anterior indica que si éste presenta valores de pH elevados a las 24 horas, el resto de los músculos tendrán la misma situación. Sin embargo, aunque dentro del grupo de canales normales no se presentó para ningún corte comercial un promedio de pH  $\geq 5,8$  (Cuadro 2), sí se observó en algunas de éstas la presencia de cortes comerciales con valores elevados de pH (Cuadro 3). De hecho, en las canales consideradas normales, hubo cortes que tuvieron porcentajes de presentación de pH  $\geq 5,8$  de 16,7% como la palanca, malaya y sobrecostilla y de 8,5% el lomo liso, pollo ganso, tapabarriga, asado del carnicero y punta de paleta.

Dentro de las canales normales los cortes comerciales que presentaron los promedios de pH más altos fueron tapabarriga (pH 5,66) y malaya (pH 5,64), y los cortes con los promedios más bajos fueron el asiento (pH 5,29) y posta negra (pH 5,30). Es interesante destacar que el corte posta negra, a pesar de presentar un promedio de pH muy bajo en las canales normales, en las canales con corte oscuro presentó un promedio  $> 5,8$  (pH 5,85).

De los resultados obtenidos en este estudio se puede deducir que la presencia de un pH  $< 5,8$  en el *M. longissimus thoracis* no asegura una calidad óptima en todos los cortes de la canal, puesto que se encontraron algunos cortes con pH  $\geq 5,8$  en canales consideradas normales. Lo anterior concuerda con Tarrant y Sherington (1980), quienes plantean que una pequeña proporción de canales con pH normal contienen músculos que presentan valores de pH anormalmente altos, los cuales escapan a la detección basada únicamente en la medición de pH a nivel del *M. longissimus thoracis*. Esto podría indicar que un valor de pH igual a 5,8 sería todavía muy elevado para ser utilizado como límite entre canales con corte oscuro y normales. De hecho, en la literatura se encuentran varias posiciones al respecto que varían de acuerdo a si las mediciones se realizan a las 24 o 48 horas postmortem. Para Tarrant y Sherington (1980), el pH de canales normales es inferior a 5,75, mientras que otros investigadores lo establecen por debajo de 5,80 (Moreno y col., 1999). Orcutt y col. (1984) son incluso más restrictivos y dan un intervalo de 5,40 – 5,60 para un metabolismo postmortem normal.

---

\* Comunicación personal Dr. Iván Castro, Procesadora de Carnes del Sur, FRIVAL S.A. Agosto 2002.

En el caso de Chile, las plantas procesadoras de carne utilizan diferentes valores de pH para clasificar las canales con corte oscuro de acuerdo a sus intereses comerciales; inclusive, algunas plantas emplean valores de pH de 6,0, y hasta 6,2, para discriminar la carne que será despostada y envasada al vacío. De acuerdo a este estudio, y teniendo en cuenta los valores antes mencionados utilizados en algunas plantas chilenas, el valor de pH límite de 5,8 utilizado en este estudio sería el máximo recomendado para discriminar las canales con corte oscuro; incluso, se podría sugerir de acuerdo a las posibilidades económicas de cada planta, utilizar un valor de pH < 5,70, lo cual podría entregar una mayor seguridad en cuanto a la cantidad de cortes comerciales que se encuentran en condiciones óptimas para el proceso de envasado al vacío en estas canales. La propuesta anterior se fundamenta, básicamente, en que al analizar las canales en forma individual (Anexos 2-25) se observó la existencia de una relación positiva entre el valor de pH en el M. longissimus thoracis y la cantidad de cortes comerciales afectados (pH  $\geq$  5,8), en la cual a un mayor valor de pH en el mencionado músculo se observa una mayor cantidad de cortes comerciales afectados con pH  $\geq$  5,8 dentro de la canal. Así, las canales que presentaron valores de pH en el M. longissimus thoracis entre 5,8 a 6,19 presentaron un promedio de 6,3 cortes comerciales afectados; en cambio, las canales con pH > 6,2 presentaron un promedio de 11,4 cortes comerciales afectados. Por otra parte, la canal que presentó el mayor valor de pH en el lomo vetado del grupo de canales normales (pH 5,75) (Anexo 19), también tuvo los cortes lomo liso y pollo ganso con valores de pH > 6,3 (Anexos 6 y 9).

Por otra parte, se observó que en las canales cuyo pH en el M. longissimus thoracis es > 5,8 se encuentra un grupo bien definido de cortes comerciales que generalmente resultan afectados y que tienen más de un 50% de presentación de pH  $\geq$  5,8 (Tabla 3). Entre estos cortes se encuentran el lomo vetado, lomo liso, pollo ganso, abastero, asado del carnicero, posta negra, plateada y tapabarriga, los cuales no deberían ser envasados al vacío cuando el pH fue > 5,8 en el lomo vetado. Además, se podría recomendar la medición de pH individual en los cortes que tuvieron un porcentaje de presentación menor a 50% en este estudio y que posean un mayor valor comercial (por Ej. posta rosada, huachalomo, punta de paleta, entre otros); el resto de los cortes de la canal podría ser sometida al envasado al vacío, especialmente los cortes que, en este estudio, se presentan como los menos afectados, dentro de los cuales están el filete, punta de ganso, ganso, asiento y posta de paleta.

También es importante considerar que las mediciones de pH previas al envasado al vacío deben ser realizadas como máximo a las 48 horas postmortem, esto debido a que se observó que después de este período de tiempo los valores de pH registrados fueron en general más elevados a causa del proceso de maduración normal de la carne. Esto conduce a plantear que en estudios futuros de canales con corte oscuro, las mediciones de pH en los cortes comerciales se deberían realizar entre 24 y 48 horas postmortem y no más tarde, como se debió hacer en algunos pares de canales, debido a razones de comercialización de la planta, en este estudio.

Los cortes comerciales filete y punta de ganso no presentaron pH  $\geq$  5,8 en ninguno de los dos grupos de canales (normales y con corte oscuro), y el corte comercial ganso sólo en

una canal correspondiente al grupo con corte oscuro. Es interesante considerar que los cortes ganso y punta de ganso pertenecen al mismo músculo, el M. gluteobiceps; de esta manera los resultados difieren de lo planteado por Dezeure-Wallays y col. (1984) y Tarrant y Sherington (1980) quienes consideran al M. gluteobiceps como uno de los más propensos a presentar corte oscuro. De acuerdo a lo anterior, y considerando que, como experimento adicional en este estudio se realizaron mediciones en ambas caras del corte lomo liso (anterior y posterior, Anexo 6 y 7), en las cuales se encontraron marcadas variaciones de pH entre los distintos lugares de medición, se puede concluir la existencia de variaciones de pH intramuscular, lo cual sería un tema interesante para plantear la realización de estudios futuros destinados a determinar las causas de estas variaciones del pH intramusculares observados en este estudio.

Para analizar cuantitativamente lo anteriormente expuesto se utilizaron los porcentajes de rendimiento promedio de cada corte comercial determinados por Cid (1999). Aplicando estos porcentajes a los cortes comerciales que presentaron  $\text{pH} \geq 5,8$  con una frecuencia de presentación mayor al 50% en las canales con corte oscuro se puede estimar que el 18,62% del peso de la canal está afectado definitivamente. Sin embargo, esta pérdida en porcentaje del valor comercial de la canal es mayor, considerando que se afectan dos de los cortes más caros (lomo vetado y lomo liso) y, además, el corte de mayor volumen (posta negra) de las canales. Desde esta perspectiva, y en relación al actual castigo económico impuesto para las canales con la anomalía de corte oscuro, devaluación que fluctúa en nuestro país según Palma (1990) en alrededor de un 10% aproximadamente; y al considerar, de acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio, que el resto de los cortes comerciales (81,38%); incluido el filete (corte de mayor valor comercial), quedan por lo general intactos, una devaluación de un 10% o más al precio de los animales con esta anomalía no sería justa. Lo más apropiado sería aplicar un castigo de acuerdo al grado de afección que presente la canal, lo cual se podría establecer de acuerdo a rangos de pH que indicarían de una manera general la cantidad de cortes comerciales afectados y, por ende, el porcentaje de pérdida económica por el concepto de no poder procesar esta carne al vacío y la consiguiente disminución de su valor al momento de la venta.

## 6.2. - Color.

Al analizar los promedios de “L”, “a” y “b” de todos los cortes comerciales en las canales normales y con corte oscuro obtenidos en este estudio (Cuadro 1) se observa que éstos son significativamente menores en las canales con corte oscuro. Esto coincide con lo planteado por Warris (1996) quien señala que a medida que aumenta el pH de la carne, ésta tiende a tener una coloración más oscura, lo cual se refleja en valores de L, a y b menores. Page y col (2001) también encontraron una correlación negativa entre los valores de L, a y b y el valor de pH muscular, mostrando que cuando el pH muscular aumenta los valores de color del músculo disminuyen. Lo planteado anteriormente se observa más claramente en los valores de a y b, y coincide con Page y col (2001), quienes encontraron que los valores de  $a^*$  y  $b^*$  en la escala CIELAB están más correlacionados con el pH muscular que los valores de  $L^*$ .

Wulf y col. (1997), encontraron que el pH muscular está altamente correlacionado con las tres mediciones de color muscular y la mayor correlación se presenta con el valor de b. 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); y éstos también están asociados con bajos valores de fuerza de cizalla, siendo esta carne más tierna.

El color de la carne tal como es percibido por el consumidor, es determinado primariamente por algunos factores como la concentración y forma química de los pigmentos de mioglobina de la carne, la morfología de la estructura muscular y la capacidad de éste para absorber o dispersar la luz incidente (Robertson, 1993). Según Page y col. (2001) las correlaciones negativas entre los valores de colorímetro y pH muscular pueden ser explicadas porque el color del tejido muscular está basado en la reflectancia de la luz en la superficie libre de agua y la no oxigenación de la mioglobina. En la carne con pH muscular alto, las proteínas están fuertemente ligadas al agua y las fibras musculares están hinchadas dejando menos espacio entre éstas; la carne es más oscura en color porque hay menos agua libre para reflejar la luz (Ledward y col., 1992). De esta manera y considerando los resultados de Narbona (1995), quien encontró que el color es la característica que más incide en la decisión de compra del consumidor, los menores promedios encontrados para las variables de color (L, a y b) en los cortes comerciales de las canales con corte oscuro se relacionarían con una menor aceptabilidad de estos productos por parte de los consumidores; esto se debe a que los colores rojos brillantes se asocian con carne fresca y de buena calidad.

Aunque no formó parte del objetivo de esta investigación, se pudo apreciar subjetivamente una relación positiva entre los valores más altos de color (especialmente L) en los cortes pollo ganso, posta rosada y malaya y los colores más claros a la apreciación visual de estos cortes. El corte posta negra, en cambio, presentó el promedio de L más bajo en ambos grupos, lo cual se relaciona con el color más oscuro a la apreciación visual y debido a lo cual recibe su nombre (Chile, 1999).

Los cortes que presentaron diferencias estadísticamente significativas entre canales normales y con corte oscuro para las tres variables de color (L, a y b) fueron lomo vetado, lomo liso y pollo ganso (Cuadros 4, 5 y 6 y Figura 2), en tanto el corte abastero sólo presentó diferencia estadísticamente significativa para L. Los resultados de color coinciden con los obtenidos en términos de pH, en el sentido que estos mismos cortes comerciales presentaron también los mayores promedios y diferencias significativas ( $P < 0,0001$ ) para pH.

El promedio de “L” obtenido en este estudio en el *M. longissimus thoracis* de las canales normales fue de  $28,45 (\pm 2,07)$  y para las canales con corte oscuro de  $23,48 (\pm 2,44)$ . Sanhueza (1999), utilizando el mismo músculo, obtuvo valores promedios para L de 24,98 para canales de novillos con  $\text{pH} < 5,8$  y un promedio de 22,87 en canales de novillos con corte oscuro ( $\text{pH} \geq 5,8$ ); valores para ambos casos menores que los encontrados en este estudio. Dezeure-Wallays y col. (1984), también en el mismo músculo, encontraron en novillos promedios de “L” para canales con corte oscuro, de  $26,9 \pm 2,0$  y para canales normales de  $32,01 \pm 0,9$ ; valores que son mayores a los obtenidos en este estudio. En cuanto a los



promedios para “a” y “b” en el *M. longissimus thoracis* de las canales normales y con corte oscuro son menores que los encontrados por Lizondo (2000), lo cual coincide también con lo planteado por Sanhueza (1999), quien encontró que las canales normales presentaron bajos valores de “a” y “b” en comparación con las canales normales.

Si bien no existen muchos estudios respecto al color medido objetivamente, se debe tener claro que estos valores no son directamente comparables, debido a que las características de color de la carne difieren de acuerdo a características del animal, como ser la raza, la edad, el sexo, estado fisiológico y a otras ambientales como la alimentación, entre otros factores. También hay antecedentes que establecen que la estimulación eléctrica de las canales influye en el color de ésta: las canales estimuladas presentan valores de color (L, a y b) más altos y por lo tanto la carne es más roja y brillante que las canales no estimuladas, aunque este efecto se mantiene durante un período de hasta 48 horas postmortem, y al cabo de un cierto tiempo el color de las carnes estimuladas y no estimuladas llega a ser igual (De la Vega, 2002)

Aunque en este estudio se observa que existen diferencias claras en los valores de color (especialmente a y b) para las canales con corte oscuro y normales, no se puede aconsejar que la medición del color en las canales (cortes) se utilice como indicador de corte oscuro. La medición objetiva de color es una característica fundamental en el problema de corte oscuro, pero no se puede utilizar por sí sola como predictor de la anomalía, debido a que los escasos estudios realizados referentes a color de la carne bovina no permitirían tener una base confiable de valores de referencia, menos aún para canales con corte oscuro. El color es una medición útil, pero secundaria a pH, el cual por sí es un indicador más preciso de la característica de corte oscuro; las mediciones de color en carne son importantes debido a que varias investigaciones han demostrado que la terneza de la carne está correlacionado con el pH y color muscular (Page y col., 2001). Relacionado con esto, Wulf y col. (1996) (citado por Wulf y col., 1997) reportó que las canales con músculos con color más oscuro producen bifés con baja fuerza de cizalla y altos puntajes en los paneles para terneza que canales con músculos de color normal, las cuales tienen bifés con altos valores de fuerza de cizalla y bajos puntajes en los paneles para terneza que canales con músculos de color más pálido.

En Chile, hay varios estudios realizados en bovinos en los cuales se ha medido color utilizando el equipo Hunterlab y escala L, a y b (Gallo y col., 2000; 2001; Lizondo, 2000; Mencarini, 2002), sin embargo, en todos ellos se han realizado las mediciones sólo en el *m. longissimus thoracis*. Mansilla (2000) midió color en tres músculos (*m. longissimus thoracis*, *m. supraspinatus* y *m. semitendinosus*) provenientes de 10 novillos Frisón Negro, categoría V, encontrando que los valores de L, a y b son mayores en el *m. semitendinosus* (pollo ganso) lo cual coincide con lo encontrado en este estudio; sin embargo, los valores en sí no son comparables con los obtenidos en el presente estudio, debido a que esa carne se mantuvo congelada a  $-18^{\circ}\text{C}$  por 2 meses. De tal manera, este estudio es el primero en entregar valores para 23 músculos tanto de canales normales como de canales afectadas por corte oscuro. Para que estas variables de color (L, a y b) sean aplicables de una forma útil para la industria cárnica en nuestro país en el futuro, es necesario realizar más estudios complementarios que permitan estandarizar estos parámetros en las diferentes clases de bovinos que dan origen a las canales, considerando los diferentes factores que afectan el color como ser la edad, raza, sexo

del animal, el tipo de alimentación (pasto, concentrado, etc.), entre otros. Lo anterior permitiría establecer una base de datos nacionales confiable y que de alguna manera caracterice el producto obtenido, ya sea éste una canal y cortes normales, o con la alteración de corte oscuro.

### CONCLUSIONES:

1. El promedio general de pH de los 23 cortes comerciales analizados en las canales con corte oscuro fue mayor que el de los mismos cortes en las canales normales.
2. Los promedios generales de color (L, a y b) fueron menores en los 23 cortes comerciales analizados en las canales con la anomalía de corte oscuro que en las canales normales.
3. Se presentaron diferencias estadísticamente significativas para las cuatro mediciones (pH, L, a y b) en los cortes lomo vetado, lomo liso y pollo ganso.
4. La anomalía de corte oscuro afecta sólo algunos cortes comerciales sin hueso en las canales definidas como corte oscuro por presentar  $\text{pH} \geq 5,8$  en el lomo vetado. Los 8 cortes comerciales con un 50% o más de presentación de  $\text{pH} \geq 5,8$  fueron lomo vetado, lomo liso, pollo ganso, abastero, asado del carnicero, posta negra, tapabarriga y plateada.
5. Cuando se usa como límite superior para determinar normalidad un  $\text{pH} < 5,8$  en el m. longissimus thoracis, hay canales normales que también presentan, ocasionalmente, algunos cortes comerciales con valores de  $\text{pH} \geq 5,8$ .
6. Los cortes filete y ganso no presentaron nunca  $\text{pH} \geq 5,8$  en las canales con corte oscuro y normales.
7. En las canales con corte oscuro se observó una alta variabilidad para las mediciones de pH y color (L, a y b).

## 7. BIBLIOGRAFÍA.

**ARCOS, S.** 1994. Estudio de factores condicionantes de carnes de corte oscuro (DFD) en novillos: efecto de algunos factores extrínsecos e intrínsecos. Tesis Medicina Veterinaria. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias. Valdivia, Chile.

**BROWN, S. N.; E. A. BEVIS; P. D. WARRIS.** 1990. An estimate of the incidence of Dark Cutting Beef in the United Kingdom. *Meat Science* 27, p. 249 – 258.

**BUCHTER, L.** 1980. Identification and minimisation of DFD in young bulls in Denmark. En: **D.E. HOOD Y P. V. TARRANT.** 1980. The problem of Dark-Cutting Beef. Martinus Nijhoff Publishers. The Hague.

**CHILE.** 1994. Instituto Nacional de Normalización. Norma Chilena Oficial NCh 1423. Of. 94. Ganado bovino: definiciones y clasificación.

**CHILE.** 1999. Instituto Nacional de Normalización. Norma Chilena Oficial NCh 1596. Of. 99. Cortes menores o básicos de la carne de bovino.

**CID, J.** 1999. Características de canal, rendimiento al desposte y fuerza de cizalla del músculo *Longissimus thoracis* en novillitos y vaquillas. Tesis, Medicina Veterinaria. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Veterinaria. Valdivia. Chile.

**DE LA VEGA, J.** 2002. Técnicas de manejo postmortem de canales y de carne. *Informativo sobre Carne y Productos Cárneos N° 29* (número especial): 218 – 226.

**DEVIA, L.** 1992. Estudio de prevalencia de carnes con la condición Dark Cutting Beef (DCB) en una empresa industrial de carnes en Temuco, 1991. Factores predisponentes a la condición. Tesis Medicina Veterinaria. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Agronómicas, Veterinarias y Forestales. Chillán. Chile.

**DEZEURE-WALLAYS, B.; VAN HOOF, J.; PENZAERT, R.** 1984. Incidence and quality characteristics of dark cutting in Belgian beef. Proc. 30<sup>th</sup> Europ. Meeting Meat Res. Workers, Bristol, p. 152 – 153.

**DRANSFIELD, E.** 1980. Eating quality of DFD beef. En: **D.E. HOOD Y P. V. TARRANT.** 1980. The problem of Dark-Cutting Beef. Martinus Nijhoff Publishers. The Hague.

**EIKELENBOOM, G.** 1996. Rapid on line assessment of meat quality. En: Taylor, S; Raimundo, A.; Severini, M. and Smulders, J.M.. Meat quality and meat packaging: pp. 233 – 242.

**ELDRIDGE, G. A.** 1982. Handling and transport of meat animals in relation to efficiency, meat quality and welfare. *Animal Production in Australia*, 14: 116 – 129.

**FLORES, A.; ROSMINI, M. R.** 1993. Efecto del estrés por el tiempo de espera antes del sacrificio sobre la glucemia y el pH de la carne en bovinos. *Fleischwirtsch español* (2), 16 – 25.

**FORREST, J.C.; ABERLE E.D.; HEDRICK H.D.; JUDGE M.D.; MERCKEL R.A.** 1979. Fundamentos de la Ciencia de la Carne. Acribia, Zaragoza. España.

**GALLO, C.** 1990. Carnes oscuras, firmes y secas (DFD) y pálidas, blandas y exudativas (PSE). Sus efectos en las carnes envasadas. *Informativo sobre Carne y Productos Cárneos. CTC N° 20* (VIII Seminario de la Carne UACH): 41 – 49.

**GALLO, C.** 1997. Efectos del manejo pre y post faenamamiento en la carne. III Jornadas Chilenas de Buiatría. Osorno. Chile.

**GALLO, C.; S. PEREZ; 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., XXXII, N°2*: 157 – 170.

**GALLO, C.; M. A. ESPINOZA; J. GASIC.** 2001. Efectos del transporte por camión durante 36 horas con y sin período de descanso sobre el peso vivo y algunos aspectos de calidad de carne en bovinos. *Arch. Med. Vet. XXXIII, N° 1*: 43 – 53.

**GREGORY, N. G.** 1998. Animal Welfare and Meat Science. CABI Publishing. UK.

**HOFMANN, K.** 1988. El pH. Una característica de calidad de la carne. *Fleischwirtsch español* (1): 13 – 18.

**HOOD D.E.; P. V. TARRANT.** 1980. The problem of Dark-Cutting Beef. Martinus Nijhoff Publishers. The Hague.

**JONES, S. D. M.; A. K. W. TONG.** 1989. Factors influencing the commercial incidence of Dark Cutting Beef. *Can. J. Anim. Sci.* 69: 649 – 654.

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

**LEDWARD, D. A., D.E. JOHNSTON; M. K. KNIGHT.** 1992. The Chemistry of Muscle-Based Foods. Pp 128-139. The Royal Society of Chemistry, Thomas Graham House, Science Park, Cambridge, UK.

**LIZONDO, G.** 2000. Efectos de diferentes tiempos de transporte y ayuno sobre las pérdidas de peso y características de la canal en novillos. II Primavera- verano. Tesis, Medicina Veterinaria. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Veterinaria. Valdivia, Chile.

**MANSILLA, H.** 2000. Efecto de la temperatura de cocción en las características físicas de la carne bovina. Tesis, Ingeniería en Alimentos. Universidad Austral de Chile. Facultad de Agronomía. Valdivia, Chile.

**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. Tesis, Medicina Veterinaria. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias. Valdivia, Chile.

**MORENO GRANDE, A.; V. RUEDA NÚÑEZ; A. L. CEULAR VILLACÉ.** 1999. Análisis cuantitativo del pH de canales de vacuno en matadero. *Arch. Zootec.* 48: 33 – 42.

**MUNNS, W. O.; D. E. BURRELL.** 1966. The incidence of dark cutting beef. *Food Tech.,* 20: 1601 - 1603.

**NARBONA, C.** 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, Ingeniería en alimentos. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia, Chile.

**NEWTON, K.G.; GILL, C.O.** 1981. The microbiology of DFD fresh meats: a review. *Meat Science* 5: 223 – 232.

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

**PAGE, J. K.; D. M. WULF; T. R. SCHWORTZER.** 2001. A survey of beef muscle color and pH. *J. Anim. Sci.* 79: 678 – 687.

**PALEARI, M.A.; G. BERETTA; E. GIGNI; M. PARINI; M. RASI; G. CRIVELLI; G. BERTOLO.** 1995. Dark cutting beef. Electroestimulación con muy bajo voltaje y carne vacuna con características DFD; *Fleischwirtsch español* 2: 8 – 11.

**PALMA, V. O.** 1990. Estudio de factores condicionantes de carne de “corte oscuro” (DFD) en bovinos. Tesis, Medicina Veterinaria. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias. Valdivia, Chile.

**PELLEGRINO, J. M.** 1985. Fundamentos sobre clasificación y tipificación de carnes. Comisión Nacional de la Carne. Seminario Nacional. Ministerio de Agricultura FAO. Santiago, Chile.

**PRICE J. F.; G. SCHWEIGERT.** 1976. Ciencia de la carne y de los productos cárnicos. Acribia. Zaragoza, España.

**ROBERTSON, G. L.** 1993. Food Packaging – Principles and Practice. Ed. Marcel Dekker, Inc. New York.

**SANHUEZA, C.** 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, Medicina Veterinaria. Universidad Austral de Chile. Valdivia. Chile.

**SANZ, M. C.; M.T. VERDE; T. SÁEZ; C. SAÑUDO.** 1996. Effect of Breed on the Muscle Glycogen Content and Dark Cutting Incidence in Stressed Young Bulls. *Meat Science*, 43 (1): 37 – 42.

**SAS (Statistical Analysis System).** 1990. SAS User's Guide: Statistics, Version 6.4. Ed. 1990. SAS Inst Inc. Cary, NC.

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

**SCHOEBITZ, R.** 2001. Factores que influyen sobre la calidad y vida útil de la carne envasada al vacío. *Informativo sobre Carne y Productos Cárneos. CTC N° 29* (número especial): 165 – 169.

**TARRANT, P. V.** 1980. The occurrence, causes and economic consequences of dark cutting in beef – A survey of current information. En: **D.E. HOOD Y P. V. TARRANT.** 1980. The problem of Dark-Cutting Beef. Martinus Nijhoff Publishers. The Hague.

**TARRANT, P. V.; J. SHERINGTON.** 1980. An investigation of ultimate pH in the muscles of commercial beef carcasses. *Meat Science*, (4): 287 – 297.

**THORNTON, H.** 1971. Relación entre el *Stress* Fisiológico y la calidad de la carne. *Vet. Mex.* 2 (2): 22 – 23.

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

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

**WARRIS, P. D.** 2000. Meat Science: An Introductory Text. CABI Publishing. New York. USA.

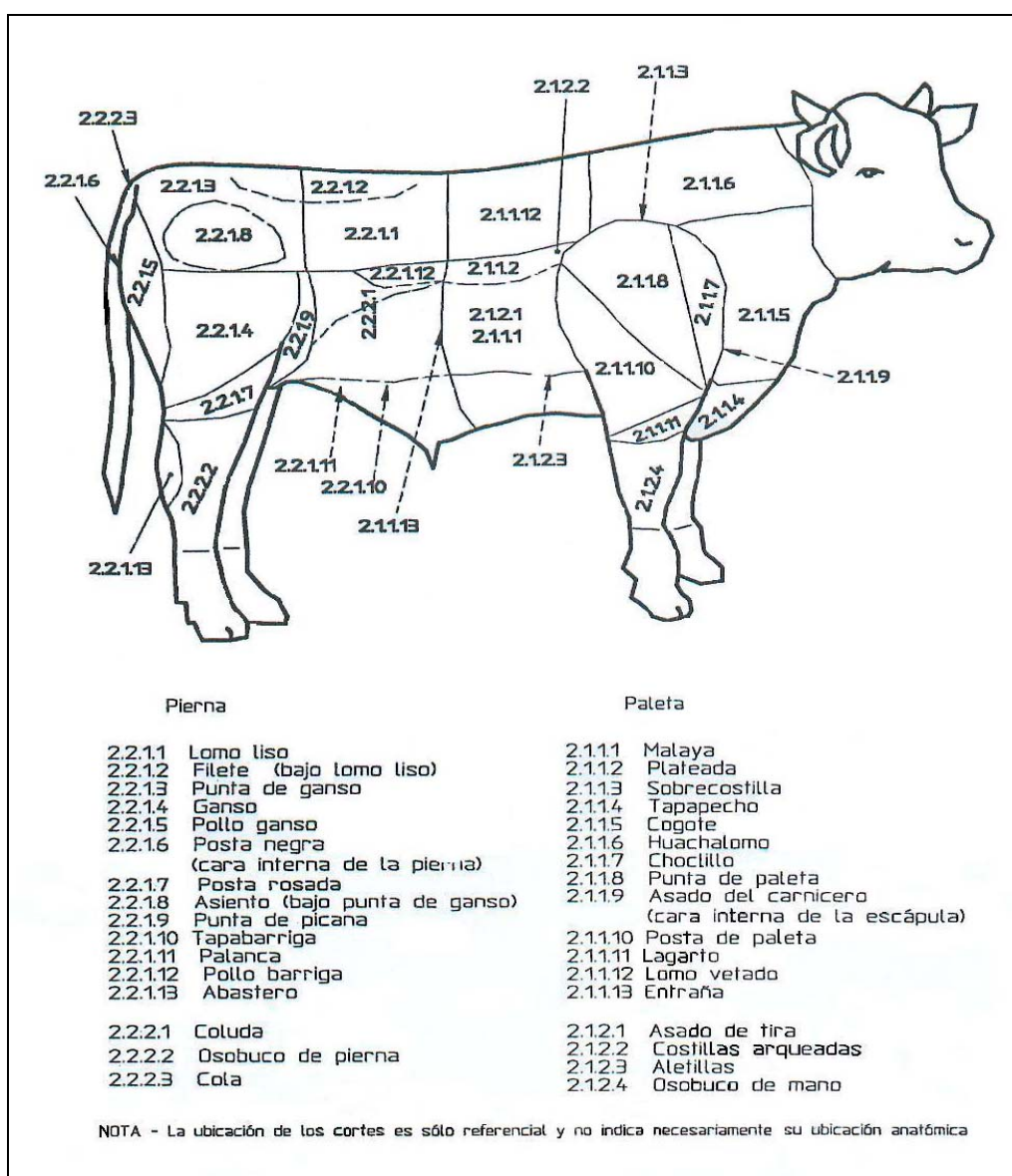
**WIRTH, F.** 1987. Tecnología para la transformación de carne de calidad anormal. *Fleischwirtsch español*, 1, 22 – 28.

**WULF, D. M.; J. D. TATUM; R. D. GREEN; J. B. MORGAN; B. L. GOLDEN; G. C. SMITH.** 1996. Genetic influences on beef longissimus palatability in Charolais- and Limousin- sired steers and heifers. *J. Anim. Sci.*, 74: 2394.

**WULF, D. M.; S. F. O'CONNOR; J. D. TATUM; G. C. SMITH.** 1997. Using objective measures of muscle color to predict beef longissimus tenderness. *J. Anim. Sci.* 75: 684 – 692.

## 8. ANEXOS.

Anexo 1. - Cortes básicos o menores de carne de bovino según Norma Chilena Oficial NCh 1596. of 1999.





Anexo 2. - Valores individuales de pH, “L”, “a” y “b” del corte comercial abastero en canales con corte oscuro y normales.

Abastero	pH		L		a		b	
	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal
1	5,94	5,51	22,61	27,32	10,60	11,73	5,91	6,84
2	5,47	5,40	23,46	28,00	10,94	14,79	6,17	8,35
3	5,80	5,65	23,33	24,38	11,97	12,25	6,88	7,45
4	6,50	5,45	22,14	25,21	10,42	11,71	5,67	7,19
5	6,57	5,39	22,33	24,76	9,29	9,76	5,56	5,72
6	5,82	5,51	22,99	25,71	12,02	9,67	6,60	5,31
7	6,03	5,37	24,16	23,11	12,43	11,28	7,55	6,05
8	6,07	5,51	29,80	25,08	11,40	11,82	7,88	6,88
9	6,45	5,53	22,80	23,94	10,68	11,42	5,75	6,49
10	6,22	5,35	20,17	27,62	9,50	12,26	4,70	7,98
11	6,31	5,22	22,48	24,56	10,74	9,41	5,97	5,25
12	5,74	5,31	23,57	24,59	10,88	11,47	6,48	6,90

Anexo 3. - Valores individuales de pH, “L”, “a” y “b” del corte comercial asiento en canales con corte oscuro y normales.

Asiento	pH		L		a		b	
	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal
1	5,41	5,53	31,29	26,82	13,75	15,26	9,21	8,67
2	5,38	5,30	25,36	26,05	11,78	15,07	7,50	8,93
3	5,30	5,34	26,78	25,07	14,15	13,38	8,70	8,24
4	5,71	5,15	28,92	27,07	9,38	10,07	6,17	6,73
5	5,76	5,27	29,55	26,78	9,71	12,40	7,48	7,52
6	5,36	5,36	23,11	30,71	11,31	12,75	6,38	8,73
7	5,37	5,29	26,93	25,26	11,46	12,01	7,38	6,36
8	5,35	5,31	32,31	26,53	12,69	14,00	9,35	8,14
9	5,44	5,25	27,48	25,97	12,56	12,33	8,46	7,68
10	5,73	5,25	19,52	27,40	8,57	14,62	4,72	8,49
11	6,23	5,15	26,10	25,71	14,17	12,73	8,26	8,36
12	5,69	5,32	27,42	25,43	10,45	11,79	7,28	6,90

Anexo 4. - Valores individuales de pH, “L”, “a” y “b” del corte comercial filete en canales con corte oscuro y normales.

Filete	pH		L		a		b	
	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal
1	5,25	5,46	27,93	29,12	10,91	10,39	7,66	7,18
2	5,42	5,35	26,52	23,29	13,01	12,68	7,90	6,81
3	5,30	5,40	23,63	24,13	12,71	10,75	7,00	4,86
4	5,34	5,26	26,70	22,62	9,66	13,15	5,33	6,53
5	5,36	5,30	20,19	25,60	11,80	10,90	5,69	5,73
6	5,27	5,38	27,10	27,01	9,38	8,73	5,77	5,07
7	5,35	5,28	26,91	26,16	12,24	12,16	7,64	7,09
8	5,35	5,22	33,69	27,58	9,15	12,27	9,11	7,71
9	5,38	5,37	29,37	28,62	10,26	10,44	7,28	8,46
10	5,18	5,45	25,81	25,79	9,69	13,40	6,26	7,70
11	5,71	5,19	26,66	22,70	10,76	9,90	7,10	5,65
12	5,60	5,41	27,72	31,41	10,25	12,53	7,58	7,87

Anexo 5. - Valores individuales de pH, “L”, “a” y “b” del corte comercial ganso en canales con corte oscuro y normales.

Ganso	pH		L		a		b	
	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal
1	5,23	5,51	28,78	29,37	13,21	11,31	8,83	7,30
2	5,22	5,22	25,82	28,76	14,14	15,56	8,95	9,69
3	5,25	5,29	26,56	24,70	14,04	13,43	8,96	8,09
4	5,41	5,26	25,91	26,98	12,25	14,32	7,24	9,13
5	5,33	5,31	25,59	28,32	11,38	13,60	6,99	8,55
6	5,23	5,42	26,86	27,07	13,74	12,55	8,43	7,36
7	5,27	5,28	26,82	24,30	16,06	11,93	9,76	7,03
8	5,31	5,22	34,20	26,82	13,46	15,05	10,22	8,74
9	5,29	5,39	29,25	26,60	15,90	13,37	9,81	8,33
10	5,22	5,29	25,34	28,35	11,56	14,98	6,90	9,14
11	5,88	5,19	25,96	27,10	13,57	15,75	8,25	9,75
12	5,73	5,30	26,98	27,07	10,94	12,35	7,25	8,00

Anexo 6. - Valores individuales de pH, “L”, “a” y “b” del corte comercial lomo liso anterior en canales con corte oscuro y normales.

Lomo liso anterior	pH		L		a		b	
	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal
1	6,35	5,52	23,18	29,99	9,43	18,53	5,46	10,43
2	5,80	5,25	27,20	28,77	11,14	14,66	8,47	9,17
3	6,25	6,30	20,55	23,32	9,67	9,31	6,22	5,89
4	6,98	5,60	21,18	28,81	10,40	11,68	6,02	7,79
5	5,78	5,37	21,93	29,45	10,71	16,12	6,76	10,43
6	6,37	5,49	23,64	30,05	10,01	12,03	6,51	8,73
7	6,65	5,46	23,79	28,01	8,64	13,94	6,24	9,27
8	6,06	5,49	28,35	29,68	10,24	11,54	7,82	8,26
9	6,81	5,24	21,04	29,76	9,16	11,42	5,32	8,74
10	6,27	5,49	20,94	30,39	7,88	15,38	4,81	9,88
11	6,24	5,18	22,67	27,21	9,86	12,41	5,93	8,43
12	5,95	5,20	26,33	21,68	9,92	13,63	7,20	7,68

Anexo 7. - Valores individuales de pH, “L”, “a” y “b” del corte comercial lomo liso posterior en canales con corte oscuro y normales.

Lomo liso posterior	pH		L		a		b	
	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal
1	5,43	5,48	27,09	--	12,95	--	8,36	--
2	5,36	5,22	24,32	27,28	13,31	14,43	8,17	8,64
3	5,91	5,20	25,95	26,27	11,43	12,51	7,38	7,83
4	5,92	5,41	27,82	23,90	10,25	13,17	7,76	8,19
5	6,84	5,35	22,72	30,64	8,32	13,53	5,86	10,23
6	5,52	5,34	25,26	26,18	12,18	11,85	7,33	8,29
7	5,35	5,44	27,40	28,06	13,61	13,38	8,37	7,86
8	5,33	5,35	32,16	28,25	12,72	12,45	9,28	7,90
9	5,48	5,23	28,27	25,34	8,92	14,48	5,76	8,55
10	5,87	5,23	18,56	26,10	8,20	18,08	4,41	10,07
11	5,99	5,19	21,24	24,58	12,47	13,50	7,32	8,11
12	5,71	5,41	25,60	28,02	11,95	14,49	7,66	9,54

Anexo 8. - Valores individuales de pH, “L”, “a” y “b” del corte comercial palanca en canales con corte oscuro y normales.

Palanca	pH		L		a		b	
	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal
1	5,34	5,81	31,00	29,11	10,88	12,21	6,52	8,44
2	5,61	5,55	27,25	26,78	12,88	10,67	8,36	6,52
3	5,46	5,39	26,94	26,65	12,83	11,54	7,59	7,09
4	6,10	5,54	24,23	25,88	9,85	13,35	5,22	7,93
5	5,71	5,66	26,98	26,48	10,51	10,30	6,33	6,90
6	5,65	5,59	24,29	23,57	11,23	10,82	6,62	5,89
7	5,68	5,51	29,01	28,68	11,56	10,98	7,36	6,25
8	5,51	5,45	32,99	25,52	10,85	11,09	9,35	6,74
9	5,85	5,75	26,76	27,21	9,89	11,83	6,83	7,99
10	5,75	5,87	22,05	26,55	9,82	11,64	5,14	6,88
11	6,29	5,45	24,77	24,22	11,99	11,62	7,01	6,07
12	6,06	5,67	25,36	25,80	12,23	11,97	7,04	7,78

Anexo 9. - Valores individuales de pH, “L”, “a” y “b” del corte comercial pollo ganso en canales con corte oscuro y normales.

Pollo ganso	pH		L		a		b	
	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal
1	6,78	5,50	28,28	34,97	11,91	13,10	7,91	9,46
2	5,48	5,26	25,05	34,43	14,39	15,70	7,98	11,13
3	6,10	6,39	27,06	26,76	11,09	10,95	7,56	7,60
4	6,50	5,34	24,68	35,57	9,46	13,17	5,93	10,97
5	6,35	5,32	24,39	36,94	10,40	12,70	6,71	10,32
6	6,01	5,39	26,57	30,00	12,00	13,19	7,54	8,71
7	6,33	5,34	26,82	30,37	11,18	14,53	7,38	9,67
8	6,17	5,26	38,73	32,67	9,20	12,35	9,99	9,46
9	6,13	5,38	26,51	33,27	9,88	13,97	6,72	10,02
10	6,41	5,26	22,32	34,66	9,85	14,87	6,01	10,79
11	6,30	5,19	29,18	30,93	11,19	11,25	7,94	8,01
12	5,87	5,31	31,50	32,31	11,03	10,81	8,80	8,55

Anexo 10. - Valores individuales de pH, “L”, “a” y “b” en los cortes comerciales posta negra en canales con corte oscuro y normales.

Posta negra	pH		L		a		b	
	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal
1	6,01	5,45	25,67	24,52	11,53	10,91	7,35	6,35
2	5,42	5,26	26,70	31,56	14,01	14,67	8,39	9,55
3	5,36	5,43	22,86	24,23	13,34	13,71	7,66	8,07
4	6,54	5,30	18,83	24,20	9,76	14,92	4,99	8,72
5	6,36	5,29	20,40	26,89	7,83	13,26	4,03	7,81
6	5,34	5,34	22,72	25,73	11,66	10,07	6,50	5,38
7	5,39	5,25	24,03	22,74	13,18	10,40	7,42	5,60
8	5,45	5,24	33,20	25,95	12,86	15,09	9,30	8,89
9	5,77	5,22	25,76	24,89	11,53	14,59	7,32	8,71
10	6,43	5,32	21,35	27,94	9,18	15,20	4,52	9,13
11	6,30	5,17	20,37	22,78	11,94	13,35	6,73	7,45
12	5,87	5,31	25,75	27,14	11,76	10,13	7,34	6,92

Anexo 11. - Valores individuales de pH, “L”, “a” y “b” en los cortes comerciales posta rosada en canales con corte oscuro y normales.

Posta rosada	pH		L		a		b	
	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal
1	5,28	5,50	32,53	28,26	13,97	13,34	9,91	8,46
2	5,33	5,29	27,95	31,07	12,65	13,89	9,00	9,52
3	5,28	5,35	28,62	28,97	12,57	11,39	8,39	8,12
4	5,36	5,33	31,38	29,13	11,47	10,24	7,09	6,89
5	5,47	5,36	26,66	32,42	12,10	13,15	7,21	9,19
6	5,29	5,45	26,08	27,61	8,04	11,63	5,12	6,79
7	5,27	5,35	28,80	25,15	11,51	10,83	7,39	6,19
8	5,48	5,28	39,47	31,13	11,18	8,44	9,96	6,05
9	5,37	5,37	32,66	29,61	12,29	11,79	8,03	7,88
10	5,21	5,33	24,28	28,86	10,60	11,65	6,12	6,61
11	6,25	5,25	24,54	24,93	14,42	10,22	8,40	5,94
12	6,11	5,37	26,03	28,37	8,48	14,23	6,37	9,05

Anexo 12. - Valores individuales de pH, “L”, “a” y “b” en los cortes comerciales punta de ganso en canales con corte oscuro y normales.

Punta de Ganso	pH		L		a		b	
	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal
1	5,28	5,52	31,06	29,88	13,11	15,57	9,61	9,20
2	5,33	5,26	25,29	29,51	13,98	15,16	8,53	9,62
3	5,30	5,37	27,18	26,41	13,12	13,46	8,57	8,20
4	5,34	5,34	29,86	26,02	12,40	14,01	8,07	8,87
5	5,43	5,39	28,03	28,26	12,50	13,03	8,02	8,56
6	5,37	5,43	27,44	27,67	13,67	12,37	8,17	7,86
7	5,27	5,29	26,60	25,21	14,46	11,85	8,84	6,99
8	5,40	5,22	31,35	28,43	13,74	12,60	9,96	7,76
9	5,36	5,34	27,95	27,45	16,51	12,58	9,74	8,25
10	5,33	5,33	27,21	27,86	12,01	14,28	7,36	8,78
11	5,77	5,23	26,12	26,86	13,17	13,82	8,02	8,52
12	5,61	5,34	27,22	27,71	12,10	11,54	7,98	7,69

Anexo 13. - Valores individuales de pH, “L”, “a” y “b” en los cortes comerciales punta de picana en canales con corte oscuro y normales.

Punta de Picana	pH		L		a		b	
	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal
1	5,27	5,43	29,23	26,57	10,21	14,02	7,78	7,96
2	5,35	5,33	32,00	28,59	14,48	12,37	9,65	7,42
3	5,37	5,35	25,93	26,99	10,99	12,35	6,66	7,82
4	5,58	5,38	25,32	28,13	10,65	11,84	5,91	7,04
5	5,48	5,30	28,97	29,28	10,95	11,37	6,90	7,01
6	5,33	5,37	27,46	25,78	11,04	13,86	7,35	7,70
7	5,66	5,35	27,31	24,18	13,51	10,91	8,34	6,57
8	5,76	5,36	35,05	26,15	7,74	13,23	7,87	7,84
9	5,46	5,37	27,72	29,85	13,15	13,41	8,01	8,91
10	6,50	5,48	23,23	27,24	10,54	13,19	5,84	8,14
11	6,36	5,27	25,18	27,97	14,03	12,23	8,19	8,02
12	6,13	5,45	25,36	24,45	10,44	12,07	6,53	7,18

Anexo 14 - Valores individuales de pH, “L”, “a” y “b” en los cortes comerciales tapabarriga en canales con corte oscuro y normales.

Tapabarriga	pH		L		a		b	
	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal
1	5,65	5,69	31,01	31,58	13,48	15,49	9,03	9,34
2	5,74	5,58	27,90	29,63	11,69	12,05	7,65	7,84
3	5,69	5,63	27,35	28,54	12,98	11,19	7,77	6,36
4	6,07	5,75	29,00	27,13	10,52	11,98	6,53	7,56
5	6,08	5,60	29,39	29,38	9,59	11,35	6,36	7,20
6	5,80	5,70	27,41	31,87	11,42	10,08	7,02	7,38
7	5,76	5,70	28,05	27,36	12,62	14,47	7,81	7,91
8	5,99	5,65	35,20	29,96	11,96	12,64	9,50	7,60
9	5,76	5,92	26,63	28,92	12,05	16,34	7,38	9,45
10	5,75	5,68	23,59	28,84	13,22	15,06	6,89	9,35
11	6,37	5,53	26,07	28,24	14,22	13,16	8,07	8,22
12	5,99	5,53	24,95	28,97	14,91	11,98	8,22	7,99

Anexo 15 - Valores individuales de pH, “L”, “a” y “b” en los cortes comerciales asado del carnicero en canales con corte oscuro y normales.

Asado del carnicero	pH		L		a		b	
	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal
1	5,96	6,02	29,64	28,82	12,96	15,92	8,57	9,07
2	5,42	5,36	27,00	29,32	13,79	14,86	8,84	9,16
3	5,50	5,55	24,14	25,48	13,04	15,02	7,78	8,73
4	6,52	5,44	24,26	27,55	11,93	13,23	7,00	8,58
5	6,49	5,60	24,98	29,87	9,78	11,42	6,28	8,42
6	5,64	5,50	25,77	26,39	12,05	11,26	7,51	6,76
7	5,55	5,66	26,62	24,57	12,25	11,29	7,94	6,90
8	6,07	5,45	33,25	26,47	11,83	11,35	9,35	7,23
9	6,11	5,49	22,66	30,11	10,77	12,43	6,59	8,53
10	5,96	5,59	21,76	27,76	10,08	12,12	5,71	7,81
11	6,78	5,56	25,76	27,78	10,31	14,26	6,74	8,64
12	6,10	5,47	26,64	30,63	12,02	11,24	7,68	8,25

Anexo 16. - Valores individuales de pH, “L”, “a” y “b” en los cortes comerciales chochlillo en canales con corte oscuro y normales.

Chochlillo	pH		L		a		b	
	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal
1	5,72	5,60	33,42	28,36	13,46	10,63	9,66	6,19
2	5,32	5,54	28,14	30,45	15,48	14,63	9,64	9,55
3	5,40	5,41	27,65	30,20	13,65	15,45	8,59	10,00
4	5,69	5,42	28,85	30,91	10,55	13,91	6,75	9,51
5	5,41	5,56	28,90	21,58	12,27	11,11	7,86	7,87
6	5,62	5,42	31,05	27,15	10,59	13,50	7,68	8,30
7	5,43	5,45	26,05	27,93	13,11	14,57	8,41	9,15
8	5,53	5,31	30,94	27,92	14,73	12,92	9,83	8,37
9	5,96	5,36	31,15	28,42	10,95	13,40	8,32	8,46
10	5,38	5,43	27,61	30,49	13,39	12,92	7,36	8,41
11	6,17	5,27	28,28	26,65	12,88	11,89	8,15	7,05
12	6,03	5,52	30,12	29,08	14,91	13,40	8,74	8,74

Anexo 17. - Valores individuales de pH, “L”, “a” y “b” en los cortes comerciales cogote en canales con corte oscuro y normales.

Cogote	pH		L		a		b	
	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal
1	5,48	5,70	33,04	34,40	12,25	11,96	9,02	8,37
2	5,34	5,56	29,21	32,20	14,70	12,56	9,39	8,50
3	5,37	5,45	31,00	29,35	14,89	13,21	9,81	8,14
4	5,45	5,51	26,25	28,15	12,85	13,62	6,88	8,52
5	5,58	5,64	31,73	35,06	10,71	12,17	7,44	9,30
6	5,56	5,51	33,26	32,08	13,18	14,00	9,00	9,52
7	5,42	5,59	28,96	30,99	12,74	15,74	8,21	9,52
8	5,53	5,52	39,46	30,25	11,18	15,73	10,41	9,77
9	5,45	5,61	30,10	32,10	11,06	14,86	7,66	9,79
10	5,61	5,65	26,24	32,07	12,17	12,09	7,06	8,20
11	6,10	5,31	28,23	29,04	13,28	12,76	8,62	8,53
12	6,09	5,78	30,03	32,25	12,59	14,59	8,55	9,95



Anexo 18. - Valores individuales de pH, “L”, “a” y “b” en los cortes comerciales huachalomo en canales con corte oscuro y normales.

Huachalomo	pH		L		a		b	
	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal
1	5,46	5,51	32,33	29,79	13,49	12,58	9,57	7,99
2	5,37	5,49	31,55	32,11	10,71	12,92	8,05	8,75
3	5,30	5,48	31,39	31,25	10,54	11,99	6,84	7,88
4	5,66	5,47	28,20	28,96	12,71	14,22	7,98	8,94
5	5,38	5,51	28,84	28,42	13,41	11,91	8,77	7,48
6	5,46	5,48	27,84	29,34	10,57	13,64	6,47	8,27
7	5,44	5,26	30,35	27,23	14,76	13,34	9,40	8,28
8	5,59	5,41	34,38	27,55	11,23	12,82	9,44	8,04
9	5,46	5,44	33,42	29,46	9,98	12,97	7,77	8,39
10	5,30	5,42	28,42	31,13	12,64	15,98	7,93	10,59
11	5,88	5,38	31,18	28,79	13,46	11,64	9,21	8,06
12	5,96	5,39	26,78	30,85	12,93	11,36	8,02	7,49

Anexo 19. - Valores individuales de pH, “L”, “a” y “b” en los cortes comerciales lomo vetado en canales con corte oscuro y normales.

Lomo vetado	pH		L		a		b	
	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal
1	5,96	5,50	24,07	30,36	9,97	16,83	6,43	9,70
2	6,09	5,36	24,84	30,26	11,31	13,43	7,96	9,08
3	6,10	5,75	22,37	25,44	11,53	8,40	7,37	5,31
4	6,72	5,56	21,48	29,06	8,76	12,12	5,23	8,28
5	6,63	5,34	21,15	30,77	8,15	15,87	5,54	9,80
6	6,19	5,40	23,52	29,38	9,12	13,00	5,70	8,96
7	6,18	5,44	23,73	25,09	10,95	11,65	7,23	7,35
8	5,99	5,40	29,40	27,47	12,18	15,28	8,19	9,15
9	6,77	5,33	20,95	28,92	8,05	10,59	4,61	7,90
10	6,72	5,34	20,78	30,31	8,95	16,71	4,71	10,55
11	6,53	5,19	24,13	25,51	9,05	13,82	6,50	8,50
12	6,00	5,34	25,29	28,79	9,79	13,31	7,08	8,84

Anexo 20. - Valores individuales de pH, “L”, “a” y “b” en los cortes comerciales malaya en canales con corte oscuro y normales.

Malaya	pH		L		a		b	
	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal
1	5,18	5,53	35,33	35,72	12,22	13,52	9,58	7,39
2	5,26	5,47	36,67	30,04	13,33	12,17	9,26	7,27
3	5,49	5,40	35,69	36,64	11,32	13,52	8,09	8,61
4	5,99	5,46	32,22	36,79	11,10	12,08	6,44	8,14
5	6,15	5,63	34,62	37,81	10,52	10,54	5,87	6,83
6	5,45	6,10	34,37	33,07	14,06	9,78	9,13	5,85
7	5,34	5,53	35,40	33,47	13,80	13,61	8,23	8,47
8	5,48	5,38	45,92	37,13	12,70	15,79	9,69	9,46
9	--	--	--	--	--	--	--	--
10	6,13	6,17	31,66	33,29	9,79	12,49	3,92	6,83
11	6,41	5,75	36,73	34,73	10,52	11,50	6,03	6,92
12	6,15	5,65	32,86	35,47	9,48	17,19	6,35	10,91

Anexo 21. - Valores individuales de pH, “L”, “a” y “b” en los cortes comerciales plateada en canales con corte oscuro y normales.

Plateada	pH		L		a		b	
	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal
1	5,51	5,53	32,28	30,54	11,71	12,11	8,24	7,88
2	5,30	5,40	30,70	29,43	12,01	12,29	8,39	8,48
3	5,40	5,25	27,49	26,63	11,44	12,46	7,46	7,64
4	6,50	5,44	24,91	30,11	10,12	11,90	6,41	8,35
5	5,86	5,37	28,27	31,92	12,12	12,83	7,68	8,78
6	5,63	5,47	25,92	29,64	9,77	10,53	5,83	7,01
7	5,38	5,40	27,12	28,38	12,33	12,00	7,94	7,32
8	5,60	5,32	36,64	27,17	9,87	12,26	9,11	7,80
9	5,80	5,40	30,86	29,15	10,90	11,21	7,45	7,45
10	5,99	5,33	24,41	28,40	12,10	13,79	6,91	8,60
11	6,43	5,23	24,80	28,03	12,51	11,74	7,90	7,51
12	6,07	5,34	29,74	26,90	9,95	10,63	7,51	6,79

Anexo 22. - Valores individuales de pH, “L”, “a” y “b” en los cortes comerciales posta de paleta en canales con corte oscuro y normales.

Posta de paleta	pH		L		a		b	
	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal
1	5,25	5,79	30,98	28,91	12,63	9,29	8,72	5,91
2	5,30	5,22	26,33	28,59	13,34	13,87	8,45	8,92
3	5,31	5,34	26,15	27,46	13,03	10,42	8,46	6,44
4	5,38	5,28	31,89	27,67	9,25	13,53	6,22	8,98
5	5,32	5,41	31,35	31,94	10,63	11,43	8,24	8,34
6	5,23	5,47	25,99	27,78	8,70	11,46	5,26	7,49
7	5,42	5,43	28,19	25,46	10,30	8,83	6,72	5,34
8	5,49	5,31	33,81	29,80	10,06	11,25	8,02	7,93
9	5,42	5,33	31,68	28,88	11,01	13,05	7,92	8,44
10	5,31	5,33	30,28	30,30	11,65	12,22	8,73	8,24
11	5,79	5,37	27,25	29,58	11,25	13,40	6,92	8,58
12	6,07	5,34	26,75	28,05	11,97	9,95	7,58	6,95

Anexo 23. - Valores individuales de pH, “L”, “a” y “b” en los cortes comerciales punta de paleta en canales con corte oscuro y normales.

Punta de paleta	pH		L		a		b	
	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal
1	5,46	5,79	30,42	27,91	14,51	11,91	9,99	7,54
2	5,49	5,54	26,93	30,88	13,45	14,01	8,96	9,80
3	5,65	5,75	29,28	29,14	14,17	14,52	9,76	9,37
4	5,63	5,42	29,83	28,49	15,89	15,30	10,32	9,79
5	5,61	5,61	29,09	30,31	12,60	13,70	8,54	9,43
6	5,71	5,64	27,95	27,90	13,93	12,03	8,90	8,00
7	5,64	5,40	25,30	25,62	12,41	13,72	7,68	7,92
8	5,59	5,50	31,66	27,88	12,20	13,32	9,01	8,35
9	5,64	5,83	27,69	28,91	11,10	13,64	7,53	8,91
10	5,78	5,54	25,24	30,52	11,91	11,06	7,31	7,98
11	6,10	5,49	25,82	28,95	10,96	14,59	7,01	8,75
12	6,02	5,47	29,45	26,87	11,14	11,91	8,00	7,65

Anexo 24. - Valores individuales de pH, “L”, “a” y “b” en los cortes comerciales sobrecostilla en canales con corte oscuro y normales.

Sobrecostilla	pH		L		a		b	
	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal
1	5,43	5,69	30,04	28,82	12,52	15,77	9,55	9,18
2	5,38	5,34	25,79	26,88	15,87	12,55	9,43	8,00
3	5,56	5,35	27,25	26,59	15,24	13,03	9,45	8,69
4	5,78	5,37	31,22	27,71	14,11	15,11	9,99	9,69
5	5,92	5,46	29,79	34,64	13,46	13,87	8,85	10,17
6	5,54	5,81	27,32	31,36	13,98	13,07	8,99	8,90
7	5,56	5,39	29,84	29,69	12,77	14,61	8,33	8,70
8	5,64	5,83	32,37	29,31	15,14	14,96	10,67	8,85
9	5,72	5,58	28,10	26,36	12,86	13,09	8,19	8,14
10	5,71	5,34	25,56	30,09	13,36	13,78	7,58	9,05
11	6,55	5,28	25,69	30,40	12,96	12,50	8,20	7,51
12	6,32	5,37	24,47	28,55	13,54	16,27	8,03	9,27

Anexo 25. - Valores individuales de pH, “L”, “a” y “b” en los cortes comerciales tapapecho en canales con corte oscuro y normales.

Tapapecho	pH		L		a		b	
	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal	Corte oscuro	Normal
1	5,38	5,52	29,70	29,48	11,64	11,40	8,29	6,70
2	5,33	5,36	27,93	28,56	11,80	10,54	7,76	7,18
3	5,34	5,38	25,46	28,79	11,53	12,92	7,24	8,01
4	5,42	5,50	28,74	27,40	12,68	12,82	8,24	8,62
5	5,50	5,34	30,99	31,80	10,28	13,39	7,13	8,86
6	5,55	5,34	24,08	31,76	10,67	11,00	6,13	7,89
7	5,37	5,47	26,75	27,78	13,95	12,05	8,19	7,53
8	5,37	5,40	34,80	28,27	10,21	11,91	8,65	7,44
9	5,44	5,55	27,72	29,88	10,79	11,98	6,78	8,28
10	5,52	5,37	26,22	29,25	10,44	11,04	6,32	6,92
11	6,47	5,28	23,99	25,40	12,53	12,52	7,32	7,43
12	6,08	5,41	27,18	28,98	10,87	11,76	7,47	7,26

## **AGRADECIMIENTOS.**

- A la Dra. Carmen Gallo St., por su confianza, apoyo y comprensión durante la realización de esta tesis.
- A Maureen Berkhoff A., por su valiosa ayuda en la recolección de los datos para esta tesis.
- A mis hermanos y sobrinitos, por su cariño y apoyo incondicional.
- A Rodrigo, por su paciencia y optimismo.
- A mi familia valdiviana Oscar, Gina, K-ko y Johanna; por todos los buenos años que compartimos juntos.
- A todas las personas y amigos que, de una u otra manera, me apoyaron en la realización de esta empresa de vida.