

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS
INSTITUTO DE CIENCIA ANIMAL

**EVALUACIÓN DE LAS PÉRDIDAS ECONÓMICAS Y FACTORES DE RIESGO
ASOCIADOS A LA PRESENCIA DE PH ELEVADO EN CANALES BOVINAS**

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

CATALINA ALEJANDRA FERRANDO KYLING

VALDIVIA - CHILE

2010

PROFESOR PATROCINANTE

Dr. Ricardo Vidal M.

PROFESORES CALIFICADORES

Dr. Santiago Ernst M.

Dra. Carmen Gallo S.

FECHA DE APROBACIÓN:

22 de Abril de 2010

A mi Muti y Tata Ri por habernos inculcado el amor al campo y la naturaleza... a mis papás y hermanos por la crianza tan acampa' y el compartir un estilo de vida tan nuestro... a Tomi y Andresito por todo su cariño y ternura... a mi Nico y Vitto por su tierna y constante presión...

ÍNDICE

Capítulo	Página
1. RESUMEN.....	1
2. SUMMARY.....	2
3. INTRODUCCIÓN.....	3
4. MATERIAL Y MÉTODOS.....	9
5. RESULTADOS.....	17
6. DISCUSIÓN.....	28
7. BIBLIOGRAFÍA.....	37
8. ANEXOS.....	41
9. AGRADECIMIENTOS.....	46

1. RESUMEN

El pH de la canal se evalúa en forma rutinaria para determinar objetivamente la calidad de ésta, y detectar la presentación de pH elevado. Las canales que presentan dicha característica tienen menor vida útil y, dependiendo del grado de afección, presentan defectos en la calidad organoléptica. Lo anterior, que en muchos casos se debe a problemas de bienestar animal o de nutrición, lleva a una discriminación tanto de los consumidores como de los mercados externos; lo cual afecta el desarrollo de la industria, su capacidad exportadora y la competitividad del rubro, generando pérdidas económicas para la cadena de la carne bovina.

El objetivo del presente estudio fue aportar antecedentes sobre las pérdidas económicas y los factores de riesgo asociados a la presencia de pH elevado en canales bovinas. Esto se realizó a través de la identificación y dimensionamiento de la ocurrencia de canales con $\text{pH} > 5,8$, así como la evaluación de los factores de riesgo asociados y la estimación de las pérdidas económicas en las canales de bovino faenadas durante el año 2006 en Frigorífico Osorno de la Región de Los Lagos.

De un total de 57.222 canales evaluadas, el 17,3% presentó $\text{pH} > 5,8$. El sexo macho afectó positivamente la presentación de $\text{pH} > 5,8$, al igual que los siguientes factores: época de faena (otoño), clase novillo, dentición cuatro dientes, grasa de cobertura 0, contusiones grado 2, mala conformación, categoría V, planteles de origen no Pabco A, distancia de transporte mayor a 750 km y procedencia feria. El análisis de regresión logística permitió ver que los factores de riesgo asociados a la presentación de $\text{pH} > 5,8$ en novillo y novillito fueron grasa de cobertura, contusiones, plantel de origen y procedencia.

El algoritmo desarrollado para calcular las pérdidas económicas debidas a los cambios de valor de la canal por $\text{pH} > 5,8$, determinó que éstas fueron superiores a 340 millones de pesos para la empresa y año en estudio. De la pérdida económica total, más de un 77% fue originada por canales provenientes de planteles no Pabco A, dado el gran número de canales faenadas dentro de esta categoría y el gran número de afectadas de la misma.

La pérdida de valor para una canal proveniente de un plantel Pabco A cuyo pH se registró entre 5,9 y 6,3 fue estimada en un 12%; mientras que las que registraron pH mayor a 6,3 presentaron una pérdida de valor de un 40% si provenían de planteles Pabco A y 34% para aquéllas provenientes de predios no Pabco A.

Dadas las estrategias de la planta faenadora de carnes, de rescatar la mayoría de los cortes provenientes de canales afectadas y redestinarlos a otros mercados, las pérdidas económicas ocasionadas por problemas de pH se generaron sólo de la mitad de las canales que presentaron $\text{pH} > 5,8$.

Palabras clave: bovinos, canales, pH, pérdidas económicas.

2. SUMMARY

EVALUATION OF ECONOMIC AND QUALITY LOSSES DUE TO DARK CUTTING IN THE BEEF INDUSTRY

Carcass pH is evaluated routinely as an objective measure of its quality and to detect the occurrence of $\text{pH} > 5,8$. Carcasses with that level of pH have a reduced shelf life and according to their affection rate, present organoleptic quality defects. These affections are caused in many cases by poor animal welfare or nutritional issues, which lead to costumer and external market discrimination. This is a limitation for the beef industry development, its exportation capacity and its competitiveness, generating finally economic losses.

The objective of this study was to contribute with information about the losses and risk factors associated to bovine carcasses with increased pH. This study was done identifying the occurrence of $\text{pH} > 5,8$, considering the risk factors associated and the economic losses in beef carcasses slaughtered during the year 2006 at Frigorífico Osorno in “Region de Los Lagos, Chile”.

The occurrence of $\text{pH} > 5,8$ was 17,3% for all the carcasses evaluated (57.222 carcasses). Male carcasses had the highest frequency of $\text{pH} > 5,8$, while variables as slaughter season (autumn), steer class, 4 teeth dentition, 0 carcass fat cover, bruises grade 2, bad conformation, V category, non Pabco A (chilean program to certify good practices and appropriated animal handling) farms, transport distance over 750 km and market origin affected the $\text{pH} > 5,8$ presentation too. The risk factors estimated by logistic regression analysis, associated the occurrence of $\text{pH} > 5,8$ in steers and young steers with farms (Pabco A or non Pabco A), fat cover, bruises and origin.

An algorithm was developed to determine the value changes of the carcasses with $\text{pH} > 5,8$, with which economic losses were estimated. Losses for the present study were over 340 million chilean pesos. More than 77% of the total economic loss was produced by carcasses from non Pabco A farms, due to the high proportion of carcasses affected.

The economic loss for a Pabco A carcass with pH between 5,9 and 6,3 was only 12% of its value, for $\text{pH} > 6,3$ the loss was 40%, while for a non Pabco A carcass the loss was 34% of its value when pH was $> 6,3$.

Economic losses due to carcass $\text{pH} > 5,8$ were reduced due to the market policies of the company, which allow to reassign affected cuts to less demanding markets. The economic losses were caused by the half of the total number of carcasses with $\text{pH} > 5,8$.

Key words: beef cattle, carcasses, pH, economic losses.

3. INTRODUCCIÓN

La producción y comercialización de ganado bovino conlleva numerosos y diversos manejos, los cuales deben realizarse de una forma que permita obtener un producto cárnico de calidad, entendiendo dicho concepto como el “conjunto de características que diferencian unidades individuales de un producto, las cuales tienen significancia en la determinación del grado de aceptabilidad de éstas” (Groom 1990).

Warriss (2000) afirma que los mayores componentes de calidad de carnes son rendimiento y composición, apariencia y características tecnológicas, palatabilidad, seguridad nutricional química y microbiológica y calidad ética, refiriéndose este último punto principalmente al manejo al cual son sometidos los animales.

La calidad de la canal bovina y de su carne pueden variar por diversos factores, los cuales se pueden clasificar en intrínsecos o propios del animal y extrínsecos o dependientes del ambiente en que los animales son mantenidos inmediatamente antes, durante y después del faenamiento (Gallo 1997).

El estrés al que son expuestos los animales durante el manejo en el predio, así como los largos tiempos de transporte y espera, sumados a un manejo inadecuado en la planta faenadora son algunos de los factores extrínsecos que pueden afectar en forma directa el bienestar animal, e indirectamente la calidad y cantidad de carne producida (Gallo 1997). Ferguson y Warner (2008) señalan que dicho estrés, es una consecuencia inevitable asociada al manejo y traslado desde el predio a la planta faenadora; todos los animales lo experimentan; sin embargo, su impacto ha sido subestimado.

El concepto de Bienestar Animal (BA) se ha introducido en los últimos años como un aspecto de calidad ética de carne, el cual incorpora un manejo adecuado de los animales, además de un buen diseño de las instalaciones, evitando el sufrimiento innecesario en las etapas de producción, transporte y faenamiento, para obtener un nivel mínimo de stress que permita mejorar la eficiencia y lograr un producto cárneo de buena calidad (Grandin 2000). FIA (2006) considera que el BA en los animales para carne es una tendencia que busca proteger y controlar las condiciones en las que el animal se sacrifica para que sufra en mínimo grado.

Warriss (2000) considera que el concepto de BA es difícil de definir con precisión, “está obviamente relacionado con el bienestar físico y mental del animal”; bienestar físico se refiere a un animal sano; sin embargo, bienestar mental es difícil de definir puesto que no es fácil saber si un animal está a gusto o no en el ambiente que lo rodea. Esto implica que un animal sano no está necesariamente sintiendo bienestar; sin embargo, índices de productividad tales como velocidad de crecimiento y producción de leche pueden ser mejores indicadores del nivel de bienestar (Warriss 2000). Swanson (1995) señala que el BA es un concepto dinámico

que considera toda una evaluación respecto al uso y estado del animal, así como una asesoría científica que utilice medidas fisiológicas y psicológicas.

Las cinco libertades establecidas por el Farm Animal Welfare Council del Reino Unido, constituyen un punto de referencia clave respecto al BA, visto desde un punto de vista ético de protección animal (Horgan 2005). Sin embargo, Vidal (2007) afirma que el BA se debe considerar también como un tema productivo-técnico y un problema económico, ya que, tal como lo señalan Blokhuis y col (2008), tiene un impacto considerable en la cadena de los alimentos.

Desde un punto de vista económico, existen costos por bajo nivel de BA asociados a pérdidas, las cuales es necesario identificar y cuantificar. Vidal (2007) considera los siguientes tipos de pérdidas:

- Pérdidas físicas (kg) de producto (parcial o total)
- Disminución de la calidad (cambio físicos, bioquímicos y organolépticos)
- Cambios en el precio e ingresos (ΔP y ΔY)
- Costos incrementales
- Menor vida útil producto
- Diferencia precio vs valor consumidor

FIA (2006) informó que las pérdidas anuales que percibe la industria exportadora de carne chilena por desconocer los criterios de BA que afectan las decisiones de compra de algunos mercados se calculan entre US\$ 9 y 18 millones; sin embargo, no se indica el método de cuantificación de las pérdidas. A modo de comparación, Smith y col (1995, citado por Wulf y col 2002) indican que la afección del BA implicó un costo de US\$ 172 millones anuales para la industria de la carne en Estados Unidos.

El manejo cuidadoso y tranquilo del ganado, evitando situaciones de estrés, mejora tanto el BA como la calidad de la carne (Grandin y Deesing 2008), implicando esto último, beneficios de tipo económico, ya que de manera creciente, el BA constituye un criterio utilizado en los productos cárnicos para acceder a mercados con mayores exigencias (FIA 2006). En este sentido, Chile y específicamente el Ministerio de Agricultura a través del Servicio Agrícola y Ganadero se enfrentan al gran desafío de cumplir con las normas y exigencias de los mercados a los cuales exporta sus productos de origen animal, siendo uno de estos requisitos el BA (Stuardo 2005).

3.1 CORTE OSCURO

Uno de los defectos de calidad de la carne relacionados con el estrés, es la anomalía muscular denominada “corte oscuro”, “Dark Cutting Beef” o “carnes DFD” (dark, firm, dry), la cual se caracteriza por un elevado pH muscular, $\geq 5,8$ según Amtmann y col (2006) y alta capacidad de retención de agua, otorgándole así un aspecto marcadamente oscuro, consistente y seco a la carne (Apple y col 2005). El elevado pH influencia la calidad de la carne, dado que afecta el sabor, color, terneza y conservabilidad (Hofmann 1988).

El corte oscuro es un problema multifactorial que afecta a animales sanos, debido al estrés crónico del manejo previo al faenamiento. Algunos de esos factores según Hood y Tarrant (1980) son: categoría animal, época del año en que se realiza la faena, nutrición de los animales previa faena, transporte, mezcla de lotes, condiciones patológicas, genética y stress en general; además de sexo y estrategia de implante anabólico (Scanga y col 1998). De acuerdo a Palma y Gallo (1991), entre las causas de mayor importancia en Chile están el transporte y el tiempo de ayuno; Grandin y Deesing (2008) nombran además el uso excesivo de implantes hormonales y alimentos aditivos que refuerzan la ganancia muscular, como causas que incrementan la presencia de corte oscuro. Dichos manejos afectan la calidad de la carne, debido a que dadas las condiciones de estrés crónico, las reservas energéticas son gastadas y se produce una disminución de las reservas de glicógeno muscular (Warriss 2000); esto, según Apple y col (2005), es la causa final de la formación de corte oscuro. Dicha disminución hace que la glucólisis *post mortem* se desarrolle lentamente, en forma incompleta o no se desarrolle; lo que origina una baja en la formación de ácido láctico, no ocurriendo la debida acidificación muscular *post mortem* y, consecuentemente, el pH permanezca alto en lugar de descender (Warriss 2000). Según Ashmore y col (1973) y Kreikeimeir y col (1998), la respiración mitocondrial también permanece alta, la mioglobina sufre desoxigenación y la carne toma un color rojo oscuro. Finalmente, Wulf y col (2002) afirman que algunos bovinos tienen mayor riesgo de producir canales con corte oscuro, debido a las variaciones existentes en el potencial de producir glucólisis, es decir, hay animales más susceptibles que otros bajo similares condiciones.

Dado el esquema de comercialización utilizado para el ganado bovino, las características de producción y de funcionamiento de las plantas faenadoras, así como las condiciones de manejo antes del faenamiento, Chile posee un alto riesgo de problemas de BA y de calidad de la carne (Gallo y Tadich 2004). Lo anterior se traduce en significativas pérdidas económicas para la industria de la carne, debido a que se deprecia la canal bovina completa (Almonacid 2003) o parcialmente debido a las limitaciones en el uso de la carne por su calidad inadecuada y problemas de aceptación (Gallo 2003). Dichas limitaciones se refieren fundamentalmente a la comercialización al vacío, ya que para que el envasado al vacío tenga éxito y se logre prolongar el tiempo de vida útil de la carne al máximo, es fundamental contar con carne de buena calidad, lo cual implica que el pH en el momento del envasado tiene que ser igual o inferior a 5,8 (Wirth 1987). Por la relación existente entre el pH alto y la alta capacidad de retención de agua, se obtiene como resultado una superficie muscular oscura y ligosa, lo cual favorece el crecimiento bacteriano y disminuye tanto la vida útil para el envasado al vacío como para los cortes en vitrina (Wirth 1987).

Los cambios de color en la carne conllevan problemas para la cadena de la carne, ya que el producto sufre una baja en el precio pagado al productor e intermediario, al verse afectadas sus características tecnológicas. El consumidor discrimina por color al momento de la compra (Narbona 1995), además del aspecto de “carne vieja” (Pérez y col 2008), y su presentación firme y seca (Wirth 1987); todo lo anterior hace que la carne sea menos aceptable a la vista del consumidor, lo cual dificulta su comercialización.

En 1995, el National Beef Quality Audit de USA estimó la incidencia de corte oscuro en bovinos en 2,7% (Boleman y col 1998). Hood y Tarrant (1980) señalan que la estimación de incidencia fluctúa entre un 1 y un 15%, según la clase animal a la que se refiera. Roeber y col (2001) señalan que la incidencia en canales provenientes de vacas es de un 2,2%, mientras que Pérez y col (2008) afirman que en países productores de carne se reportan frecuencias anuales desde un 3 a un 22%; sin embargo, Kreikemeier y col (1998) señalan que la frecuencia varía en relación a diferentes factores tales como: lugar de origen, tamaño del lote de animales, peso vivo y tiempo de espera en los corrales previo a la faena.

En Chile las plantas faenadoras de carne evalúan rutinariamente la presencia de corte oscuro, a través de la medición de pH y la observación del color en el lomo (*Longissimus thoracis*) al momento del cuarteo de la canal (Manríquez 2006). Este es un aspecto de interés para la industria, ya que es exigido por los mercados externos; a modo de ejemplo se puede señalar que Inglaterra, que es uno de los mercados más exigentes, solicita que las carnes que se exporten provengan de canales cuyo pH sea menor a 5,8, mientras tanto, otros mercados de la Unión Europea rechazan canales cuyo pH sea mayor a 5,9¹.

Palma y Gallo (1991) estimaron la incidencia de canales con corte oscuro en Osorno, obteniendo como resultado un 10,2%; Vidal (2007) señala entre un 7 y 9% para la X Región, agregando que hay períodos con 30%; Gallo (2003) afirma que casi todos los países tienen este problema con una incidencia aproximada de 3%, para el caso de Chile señala que normalmente fluctúa entre 4% y 10%, ascendiendo a valores cercanos a 25% (e incluso 40%) en períodos críticos o en determinados grupos de animales. Por su parte, Herrera (2008) estimó la incidencia para animales procedentes de la X y XI regiones, faenados en una misma planta, en un 12,3% y 14,4% respectivamente.

Arcos (1994) encontró que las clases más afectadas son novillos y novillitos, con porcentajes de 21,36 y 18,38% respectivamente; y dentro de éstos los novillos Overo Negro de 6 dientes fueron los más afectados.

En Chile, Palma (1990) observó que las canales con corte oscuro sufren una depreciación de alrededor de un 10% de su precio. El problema se agrava si se considera que los músculos preferentemente afectados son, en general, cortes nobles de mayor valor. Según el trabajo realizado por Almonacid (2003), fueron ocho los cortes comerciales con mayor presentación de pH \geq 5,8, correspondientes a: lomo vetado, lomo liso, pollo ganso, abastero, asado del carnicero, posta negra, tapabarriga y plateada.

En USA, donde la calidad se evalúa a través de los grados Prime, Choice, Good, Standard y Utility según el marmoleo y la madurez de la canal, aquellas canales que presenten corte oscuro obtendrán un nivel inferior de calidad al que el grado de marmoleo indicaría (Field 2007 y Wulf y col 2002); así, la presencia de corte oscuro afectará la evaluación de calidad de la canal de un animal. Por otra parte, Field (2007) señala que una canal que presente corte oscuro no podrá ser evaluada con madurez A, a pesar de provenir de un animal

¹ Comunicación personal, Sr. Jorge Gutiérrez. Frigorífico Osorno, sección despostes, área producción.

de entre 9 y 30 meses de edad, lo que significa un descenso mínimo de 7,4% en el precio de la carne. Al respecto, Scanga y col (1998) reportaron que las canales con corte oscuro producen pérdidas de US\$ 6,08 por animal faenado en los Estados Unidos.

Vidal (2007) señala que las pérdidas económicas por corte oscuro se pueden dividir en:

- a) Pérdidas para el productor: baja en el precio por kilo de vara
- b) Pérdidas para la planta faenadora: baja en el precio unitario de venta de carne (congelada vs al vacío)
- c) Costos para la planta faenadora: costos por día de frío (dado que la carne no se puede envasar al vacío).

Las empresas líderes en el rubro de la exportación de carnes en Chile, han incorporado manejos que evitan el estrés y el sufrimiento animal *ante mortem*, asegurando así la calidad de los cortes, debido a que la presencia de corte oscuro en las canales, limita su comercialización al mercado nacional. Para un Plantel Animal Bajo Certificación Oficial (PABCO) categoría A, que aspira a vender su producto a la Unión Europea, significa una pérdida de \$13.809 por animal (US\$ 32,4), lo cual se puede identificar como una pérdida de \$2.619 para el productor y \$11.190 para la planta faenadora de carnes (Vidal 2007).

Lo anterior coincide con Blokhuis y col (2008), quienes señalan que el BA constituye una oportunidad que puede ser rentable incorporarla en la estrategia de producción de cualquier producto alimenticio de origen agrícola. Esto indica la creciente apreciación de que las condiciones que afectan negativamente el bienestar de un animal, pueden dañar no sólo la calidad ética, sino también otros aspectos relativos a la calidad del producto. Por otra parte, hay una amplia evidencia de que mejoras en bienestar, ayudarán a reducir costos o proveerán otros beneficios a los productores (Blokhuis y col 2008).

La optimización del BA, minimiza las pérdidas de producto y su calidad (Ferguson y Warner 2008). Los antecedentes antes planteados indican que debido a un mal manejo *ante mortem* se pueden producir pérdidas por la muerte de animales, por pérdidas de peso y/o por traumatismos (contusiones) que implican recortes en las canales; además, se pueden generar pérdidas en la calidad, como las que se observan por la creciente detección de carnes afectadas por corte oscuro. Todo ello implica considerables pérdidas económicas que es necesario identificar y dimensionar; además del sufrimiento innecesario ocasionado a los animales.

Objetivo general

El objetivo general de este estudio fue aportar antecedentes sobre las pérdidas ocasionadas por problemas de manejo *ante mortem* en la cadena de la carne bovina en Chile debido a la presencia de canales con $\text{pH} > 5,8$.

Objetivos específicos

Identificar y dimensionar la ocurrencia de pH elevado en canales de bovino faenadas durante el año 2006 en el Frigorífico Osorno de la Región de Los Lagos.

Identificar los factores de riesgo asociados a pH elevado y la proporción en que cada uno de ellos afectó las canales de bovino faenadas durante 2006 en Frigorífico Osorno.

Evaluar las pérdidas económicas derivadas de la presencia de pH elevado en canales de bovino faenadas durante 2006 en Frigorífico Osorno.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio forma parte del proyecto 07CT91QT presentado por el Cluster de Carne Bovina, co-financiado por INNOVA-CORFO, titulado “Desarrollo de tecnología para reducir las pérdidas por corte oscuro en la cadena de la carne bovina” que se está llevando a cabo en el Centro de Investigación Agraria INIA Remehue, en conjunto con el Instituto de Ciencia Animal de la Universidad Austral de Chile. A su vez, la evaluación económica forma parte del proyecto FIA-PI-C-2005-1-P-010 titulado “Diagnóstico e implementación de estrategias de bienestar animal para incrementar la calidad de la carne de rumiantes de abasto” perteneciente a FIA-FAENACAR.

4.1 MATERIAL

Para realizar este estudio se utilizó información procedente de los registros de la planta faenadora de carnes (PFC) Frigorífico Osorno S.A., que incluyó todas las canales faenadas durante el año 2006, es decir, 117.098 canales. De éstas, se obtuvo el registro de pH de 57.222 canales, que corresponde a la totalidad de canales evaluadas, las cuales provienen de animales propios de la PFC cuyo destino es desposte, o bien, animales destinados a exportación o animales cuyo propietario haya solicitado evaluación de pH. Sólo las canales que cumplían alguno de los requisitos anteriores fueron analizadas en la PFC.

Los registros de faena, pH y proveedor fueron entregados por la planta en planillas Excel® de acuerdo al trimestre de faena.

4.2 MÉTODOS

4.2.1 Estadística descriptiva

A partir de las planillas Excel® entregadas por la PFC, se realizó un levantamiento de la información. Primeramente se ordenaron los datos, relacionando los registros de faena, con el pH y el proveedor de acuerdo al número de canal faenada.

Para cada canal se consideró la siguiente información, procedente del registro de faena: sexo, cronometría dentaria, clase de bovino, cobertura grasa, contusiones, conformación, categoría, observaciones y peso de la canal (kg vara). Los registros de los proveedores se utilizaron para determinar la distancia desde la que fueron transportados los animales, considerando la ciudad más cercana al lugar de origen de los mismos hasta la PFC, y la procedencia comercial (predio, feria, corretajes, otro) de cada animal faenado.

Una vez ordenada la información en una sola planilla Excel®, ésta fue exportada al programa estadístico SPSS versión 16.0, para su procesamiento y análisis, el que consideró la obtención de las frecuencias y porcentajes anuales de presentación para todas las canales con registro de pH.

La variable dependiente en estudio fue pH. Los valores de pH obtenidos de los registros de la PFC, fueron registrados aproximadamente a las veinticuatro horas posterior a la faena del animal por el encargado de control de calidad de la propia planta mediante el uso de pHmetro de inserción (sonda) marca HANNA modelo HI99163. Se consideró un pH crítico de 5,8 dado por el parámetro acordado en el proyecto al cual pertenece este estudio; de este modo, se obtuvo una variable dicotómica:

- ◆ pH adecuado (menor o igual a 5,8)
- ◆ pH elevado (mayor a 5,8)

La clasificación utilizada para cada una de las variables independientes en estudio fue la siguiente:

Clase y cronometría dentaria: la clasificación que realiza la PFC a través de sus certificadores está basada en la Norma Chilena 1423 Oficial 1994, Ganado Bovino – Terminología y Clasificación (INN 1994), correspondiente a:

- ◆ Buey (BUEY): bovino macho castrado, desde la erupción de los extremos permanentes.
- ◆ Novillo (NOV): bovino macho castrado, desde la erupción de los primeros medianos permanentes hasta la caída de los extremos de leche.
- ◆ Novillito (NTO): bovino macho castrado, desde la nivelación de los centrales (pinzas) de leche, hasta la caída de los primeros medianos de leche.
- ◆ Ternero (TERN): bovino macho o hembra, en los cuales existen incisivos de leche en diferentes estados de desgaste, sin nivelación de los centrales (pinzas) de leche.
- ◆ Torito (TTO): bovino macho sin castrar, desde la nivelación de los centrales (pinzas) de leche, hasta la caída de los centrales (pinzas) de leche.
- ◆ Toro (TORO): bovino macho sin castrar, desde la erupción de los centrales (pinzas) permanentes.
- ◆ Toruno (TORU): bovino macho castrado, desde la erupción de los centrales permanentes.
- ◆ Vaca (VACA). Incluyó todas las clases de vacas según la norma oficial, dada la baja frecuencia de presentación de cada una de ellas:
 - Vaca joven: bovino hembra, desde la erupción de los primeros medianos permanentes hasta la caída de los extremos de leche.
 - Vaca adulta: bovino hembra, desde la erupción de los extremos permanentes hasta la nivelación de los primeros medianos permanentes.
 - Vaca vieja: bovino hembra, desde la nivelación de los segundos medianos permanentes.
- ◆ Vaquilla (VAQ): bovino hembra, desde la nivelación de los centrales (pinzas) de leche hasta la caída de los primeros medianos de leche.

Grado de cobertura grasa: éste fue igualmente determinado por los certificadores de la PFC, según la Norma Chilena 1306 Oficial 2002, Canales de Bovino – Definiciones y Tipificación (INN 2002), correspondiente a:

- ◆ Grasa de cobertura 0: grado en el cual no existe grasa de cobertura, entendiéndose ésta como el tejido adiposo que cubre la cara externa de la canal.
- ◆ Grasa de cobertura 1: grado en el cual la grasa de cobertura, siendo escaso su espesor, cubre parte de la canal.
- ◆ Grasa de cobertura 2: grado en el cual la grasa de cobertura es abundante, sin ser excesiva, no forma cúmulos, cubre prácticamente toda la canal.
- ◆ Grasa de cobertura 3: grado en el cual la grasa de cobertura es abundante y su distribución es dispareja, presentando zonas determinadas de cúmulos.

Contusiones: fueron determinadas por los certificadores de la PFC, según la escala de evaluación de la Norma Chilena 1306 Oficial 2002, Canales de Bovino – Definiciones y Tipificación (INN 2002) en:

- ◆ Contusiones 0 ó Sin contusión: canales que no presentan contusión alguna, entendiéndose ésta como el aplastamiento de tejidos acompañado de rupturas vasculares, pero sin discontinuidad cutánea.
- ◆ Contusión de primer grado o 1: son aquellas que afectan el tejido subcutáneo, alcanzando hasta las aponeurosis musculares superficiales, provocando allí lesiones poco apreciables.
- ◆ Contusión de segundo grado o 2: son aquellas que han alcanzado el tejido muscular, lesionándolo en mayor o menor profundidad y extensión. Se observará que la región de la contusión aparece hemorrágica.
- ◆ Contusión de tercer grado o 3: son las que comprometen al tejido óseo; el tejido muscular aparece friable con gran exudación serosa y normalmente con fractura de los huesos de la zona afectada.

Conformación: la evaluación fue determinada por los certificadores de la PFC, según los siguientes criterios:

- ◆ Bueno (B): pierna convexa.
- ◆ Regular (R): pierna recta.
- ◆ Malo (M): pierna cóncava.

Categoría: las categorías de las canales fueron determinadas por los certificadores de la PFC según la Norma Chilena 1306 Oficial 2002, Canales de Bovino – Definiciones y Tipificación (INN 2002):

Categoría	Clase	Cronometría Dentaria	Grasa de Cobertura
V	Vaquilla Novillito Vaca joven Novillo Torito Toro	Máximo 2 dientes permanentes Máximo 2 dientes permanentes Máximo 4 dientes permanentes Máximo 4 dientes permanentes Máximo dientes de leche Máximo 2 dientes permanentes	1 - 2 - 3
C	Vaca joven Novillo	Máximo 6 dientes permanentes	1 - 2 - 3
U	Vaca adulta Vaca vieja Buey Toro Toruno *	Máximo 8 dientes permanentes con nivelación de primeros medianos Desde la nivelación de segundos medianos permanentes Desde 8 dientes permanentes Desde 4 dientes permanentes Desde 4 dientes permanentes	1 - 2 - 3
N	Todas las clases, excepto terneros(as)	Sin exigencia	0
			1 - 2 - 3 con contusiones
O	Terneros(as) **	Sin nivelación de los centrales (pinzas) de leche	Sin exigencia

* En caso de presentarse un toruno con máximo 2 dientes permanentes y si su canal cumple con los requisitos de la categoría V se incluirá en dicha categoría.

** Los terneros(as) se incluirán en la categoría V si tienen un peso mínimo de canal de 160 kg y su canal cumple con los requisitos de la categoría.

Las canales que fueron decomisadas, no fueron tipificadas, por lo tanto, se identificaron como categoría D.

Plantel de Origen: la presencia del número del dispositivo de identificación individual oficial (DIIO) del animal en la categoría “observaciones”, representa la pertenencia a un plantel que cumple con los requisitos del programa Pabco A, es decir, cuyo destino podría ser la exportación a la Unión Europea, dado que cumple con los requisitos que este mercado dispone, por ello, se consideró la siguiente clasificación:

- ◆ Pabco A: aquellas canales que presentaban DIIO.
- ◆ No Pabco A: las canales que no presentaron DIIO.

La participación en un plantel Pabco A considera un manejo específico de acuerdo a los requisitos que exige la Unión Europea, por ende la clasificación permite evaluar indirectamente el efecto del uso de sustancias anabólicas sobre la frecuencia de presentación de pH elevado ($> 5,8$), ya que aquellos planteles adheridos a dicho programa tienen estrictamente prohibido el uso de dichas sustancias, lo cual se manifiesta a través de declaración jurada ante notario por parte del representante del plantel (SAG 2007). Los animales que no provienen de planteles Pabco A podrían utilizar implantes, aunque no existe registro que permita saber si efectivamente éstos fueron usados o no.

Distancia de transporte: ésta se calculó considerando el kilometraje entre la ciudad más cercana al lugar de origen de los animales y la ciudad de Osorno, Región de Los Lagos, donde se ubica la PFC; posteriormente se categorizaron en 6 rangos de 150 kilómetros cada uno, tal como se indica a continuación:

- ◆ 0-150 kilómetros
- ◆ 151-300 kilómetros
- ◆ 301-450 kilómetros
- ◆ 451-600 kilómetros
- ◆ 601-750 kilómetros
- ◆ > 751 kilómetros

Procedencia: se determinó de acuerdo al proveedor comercial de los animales; considerándose cuatro categorías:

- ◆ Predio: las canales provienen de un predio, cuyo propietario envía directamente los animales a la PFC.
- ◆ Feria: los animales fueron llevados primeramente desde el predio de origen a un mercado comprador del tipo Remate en Feria. Luego de ser rematados, los animales fueron enviados a la PFC.
- ◆ Corretajes: las canales provienen de distintos orígenes (predio o feria), y el corredor actuó como intermediario entre el lugar de origen y la PFC.
- ◆ Otros: corresponde a canales provenientes de carniceros, dueños de restaurantes y entidades con giro comercial, entre otros, quienes utilizan el servicio de faena de la PFC.

4.2.2. Análisis estadístico

Complementariamente al análisis descriptivo, se realizó la prueba de Chi cuadrado, utilizando un nivel de significación 0,05, para estudiar la asociación del pH con las variables registradas.

Luego se determinaron los factores de riesgo que afectan la presentación de pH elevado y el grado de influencia de éstos, mediante un análisis de regresión logística binaria, donde la variable dependiente fue pH, codificado como una variable dicotómica: $\leq 5,8$ y $>$

5,8. Se utilizó el método “hacia adelante”, un intervalo de confianza de 95% y se solicitó la prueba estadística de bondad de ajuste del modelo de Hosmer-Lemeshow y el coeficiente R^2 de Nagelkerke. Todas las variables independientes fueron consideradas categóricas; dentro de cada variable, aquellas categorías que representaban menos del 1% del total de las canales evaluadas fueron omitidas en la regresión (Anexo 1). La categoría de referencia utilizada para cada variable fue aquella que mostró menor frecuencia de presentación en el análisis descriptivo, o bien, aquella que no implicaba factor de riesgo de acuerdo a la revisión bibliográfica.

La primera parte del análisis consideró a todas las canales y luego se analizaron las canales pertenecientes a las clases novillos y novillitos, dado que éstas fueron las que obtuvieron las mayores frecuencias de presentación en el análisis estadístico descriptivo.

4.2.3 Análisis económico

Se realizaron visitas a la planta para obtener información acerca del destino de las carnes que presentaban pH alterado; así como la proporción de carne, hueso y trimming que componía la canal, y los precios de venta que obtienen dichas categorías según el pH de la canal.

Las pérdidas económicas producidas por problemas de pH elevado en la Planta Frigorífico Osorno durante el año 2006 fueron estimadas de acuerdo al destino que tienen las distintas partes de la canal según el pH que éstas presentaron. En este caso, el pH crítico fue 5,9 para las canales cuyo destino es exportación y 6,0 para las canales con destino nacional. El siguiente diagrama (figura 1) corresponde a una modificación del modelo propuesto por Vidal y col (2009), de acuerdo a los antecedentes recopilados en el área de producción de Frigosor².

² Comunicación personal, Sr Jorge Gutiérrez. Frigorífico Osorno, sección desposte, área producción.

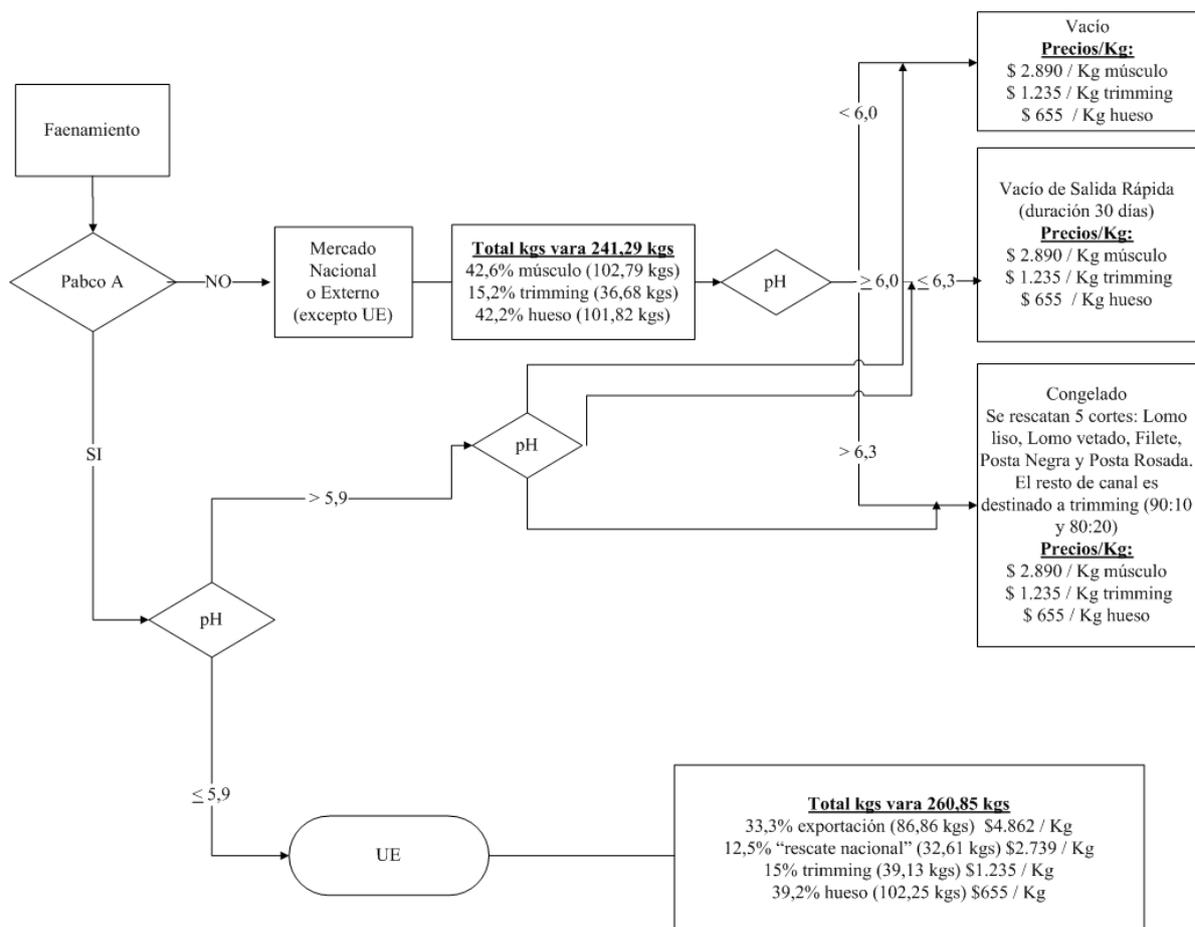


Figura 1. Diagrama que representa el destino y precio (\$ 2009) de la carne bovina según su pH para Frigosorno, año 2006.

Para estimar las pérdidas económicas se utilizó el algoritmo de cálculo propuesto por Vidal y col (2009), el que fue modificado para representar lo expuesto en el diagrama de la figura 1.

a) Costo canales mercado exportación

$$CCO_{ex} = CP_j \times ((PxEx * KgEx) - (PxNac * KgEx)) + CP_k \times (((PxEx * KgR) - (PxNac * KgR)) + ((PxEx * KgEx_s) - (PxT * KgEx_s)))$$

Donde:

CCO_{ex} = Costo total por pH elevado en canales de exportación

CP = Número canales Pabco A

$PxEx$ = Precio cortes exportación

PxNac = Precio nacional
 PxT = Precio trimming
 KgEx = Kg cortes exportación
 KgR = Kg cortes rescatados
 $KgEx_s$ = Kg cortes exportación no rescatados
 $i = \text{pH} \leq 5,9$
 $j = \text{pH} > 5,9 - \leq 6,3$
 $k = \text{pH} > 6,3$

b) Costo canales mercado nacional

$$CCO_{nac} = CN_k \times ((PxNac * KgNac_s) - (PxT * KgNac_s))$$

Donde:

CCO_{nac} = Costo total por pH elevado en canales nacionales
 CN = Número de canales nacionales
 PxNac = Precio nacional
 PxT = Precio trimming
 $KgNac_s$ = Kg cortes nacional no rescatados
 $k = \text{pH} > 6,3$

c) Costo total pH elevado

$$CCO = CCO_{ex} + CCO_{nac}$$

Donde:

CCO = Costo total por pH elevado
 CCO_{ex} = Costo total por pH elevado en canales de exportación
 CCO_{nac} = Costo total por pH elevado en canales nacionales

Los precios fueron obtenidos de la empresa, utilizándose, en el caso de exportación, un precio de \$553 por cada dólar, equivalente a la paridad media durante el período analizado.

5. RESULTADOS

5.1 ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

Cuadro 1. Resumen del número de canales bovinas evaluadas en Frigosorno durante el año 2006 y los valores de pH obtenidos.

Total de animales faenados Frigosorno 2006	117.098	100,0 %
Total de canales evaluadas para pH	57.222	48,9 %
Canales con pH > 5,8	9.922	17,3 %
Media de los registros de pH	5,7 ± 0,3	
Mínimo pH obtenido	5,0	
Máximo pH obtenido	8,0	

La evaluación de pH se realizó en 25.737 canales hembra y 31.485 canales macho. Se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) de pH codificado ($\leq 5,8$ o $> 5,8$) de las canales, dependiendo del sexo de éstas. Las canales de sexo macho, fueron las más frecuentemente afectadas, tal como lo muestra la figura 2.

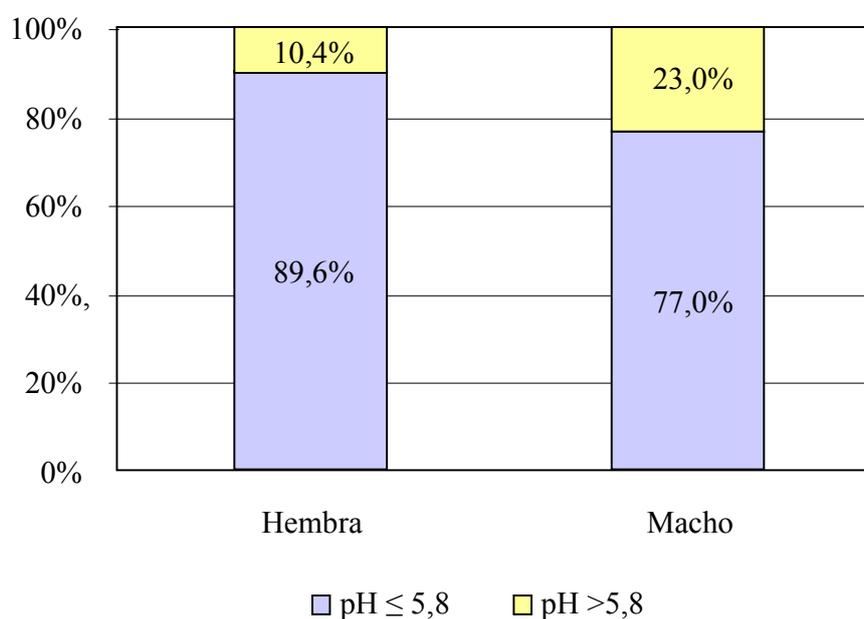


Figura 2. Distribución porcentual de las canales de bovino con pH $\leq 5,8$ o $> 5,8$ según sexo en Frigosorno, año 2006.

Las canales evaluadas provenían en mayor cantidad de la época estival (29,8%), seguidas por otoño (25,3%), invierno (22,9%) y primavera (21,9%) respectivamente. El número de canales que presentaron $\text{pH} > 5,8$ fue similar para las épocas verano y otoño (2.976 y 2.964 canales respectivamente); sin embargo, la figura 3 muestra que la época de otoño es la que presenta una mayor proporción de canales con $\text{pH} > 5,8$. Al respecto, se determinó que existen diferencias significativas ($P < 0,05$) en la presentación de $\text{pH} \leq$ o $> 5,8$ según la época del año.

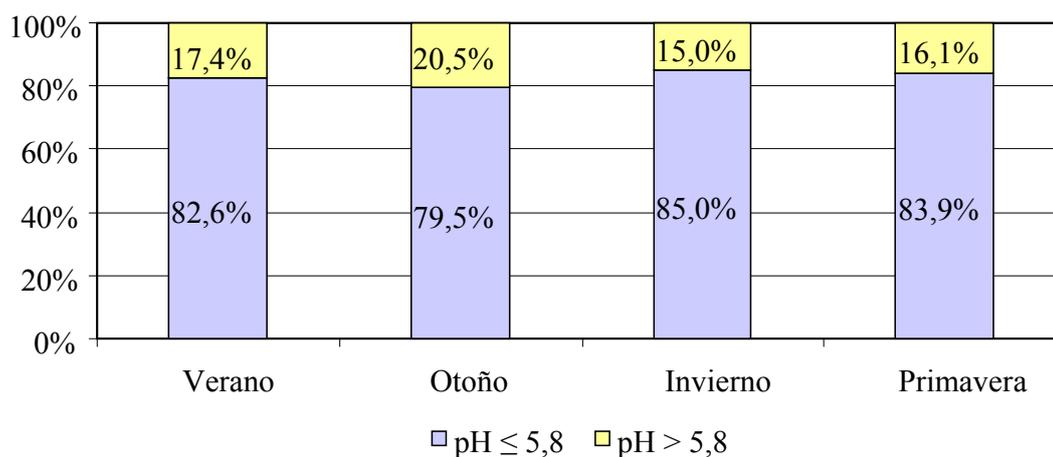


Figura 3. Distribución porcentual de las canales de bovino con $\text{pH} \leq 5,8$ o $> 5,8$ según época del año en Frigosorno, año 2006. (Anexo 2).

Los registros de pH provienen principalmente de la clase novillito, la cual está integrada por 26.978 canales (47,1% del total), seguidos por las de vaquillas con 17.731 registros, las de vacas con 8.006 registros y 4.371 registros de la clase novillo. El análisis estadístico determinó que existen diferencias significativas ($P < 0,05$) en el $\text{pH} \leq$ o $> 5,8$ según clase (figura 4). Las clases que representan menos de un 1% del total de canales evaluadas, no se consideraron en el análisis.

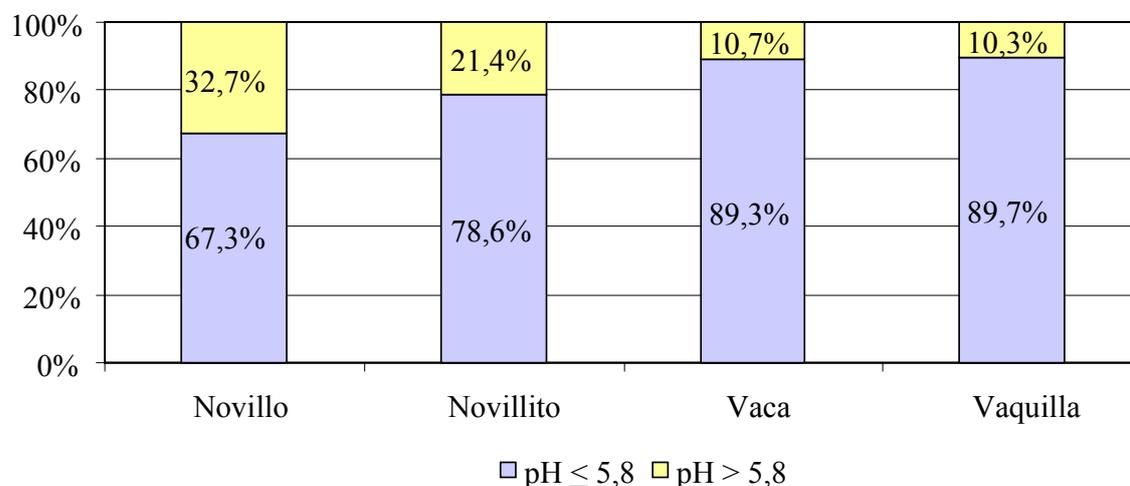


Figura 4. Distribución porcentual de las canales de bovino con $\text{pH} \leq 5,8$ o $> 5,8$ según la clase de bovino en Frigosorno, año 2006. (Anexo 2).

La cronometría dentaria es otra de las variables que se relaciona significativamente ($P < 0,05$) con la presentación de $\text{pH} \leq$ o $> 5,8$, siendo la categoría “diente de leche” aquella que presentó el mayor número de registros (23.074 canales de un total de 57.222 canales evaluadas). A medida que aumentó la edad, el número de canales con registro disminuyó, de tal modo que las canales con 8 dientes sólo representaron 1.961 registros.

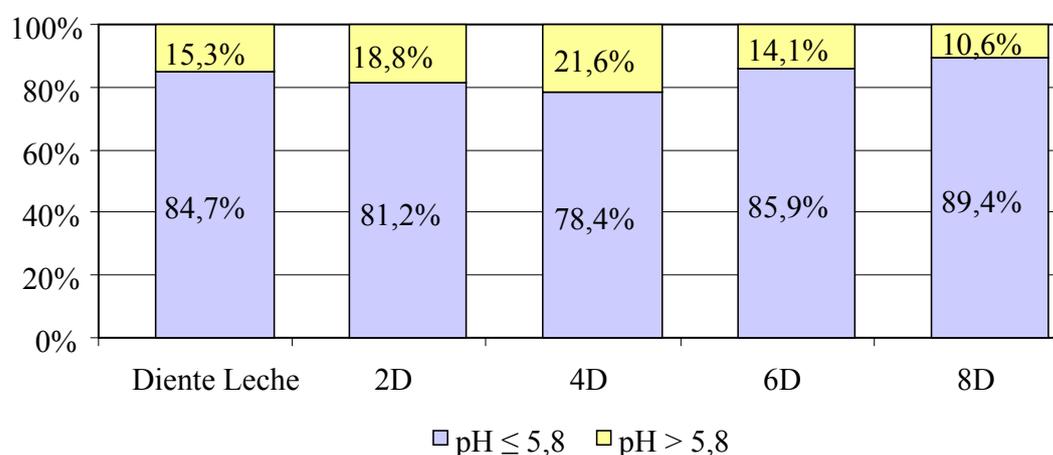


Figura 5. Distribución porcentual de las canales de bovino con $\text{pH} \leq 5,8$ o $> 5,8$ según cronometría dentaria en Frigosorno, año 2006. (Anexo 2).

Las canales evaluadas presentaron en un gran porcentaje (96,2%) grasa de cobertura 1, mientras que grasa de cobertura 0 y 3 correspondieron a 25 y 10 canales respectivamente; lo mismo ocurre con el registro de canales según grado de contusiones, donde 53.145 canales

(92,9%) no presentó contusiones. Tanto la grasa de cobertura (figura 6), como el grado de contusiones (figura 7) muestran diferencias significativas ($P < 0,05$) sobre la presentación de $\text{pH} \leq 5,8$ o $> 5,8$.

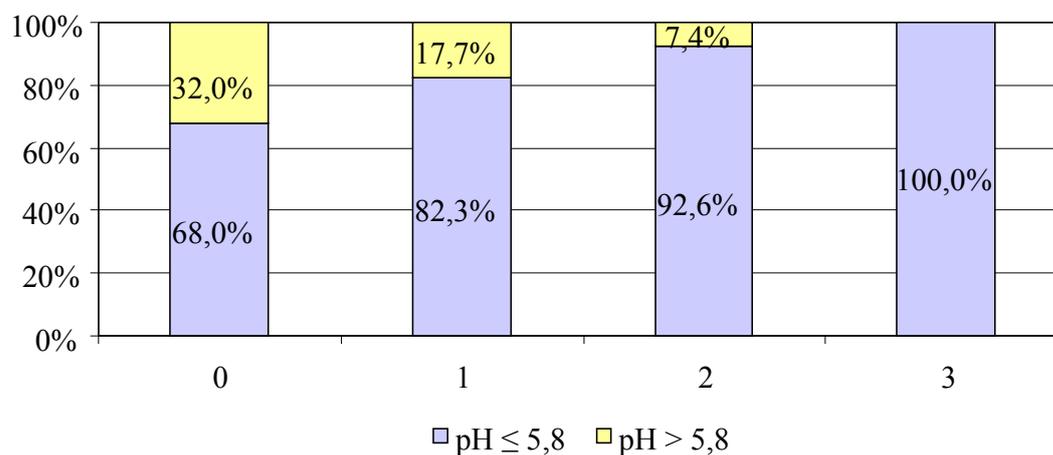


Figura 6. Distribución porcentual de las canales de bovino con $\text{pH} \leq 5,8$ o $> 5,8$ según grado de cobertura grasa en Frigosorno, año 2006. (Anexo 2).

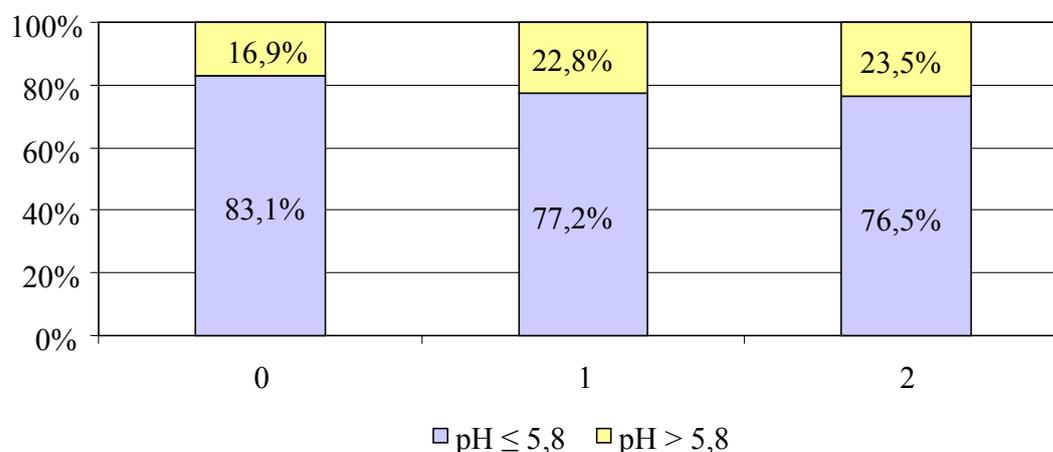


Figura 7. Distribución porcentual de las canales de bovino con $\text{pH} \leq 5,8$ o $> 5,8$ según el grado de las contusiones en Frigosorno, año 2006. (Anexo 2).

Las canales evaluadas, presentaron en su mayoría buena conformación, sin embargo, de las 49.436 canales que presentaron conformación buena, 8.398 presentaron $\text{pH} > 5,8$. Al respecto, el análisis estadístico mostró que la presentación de $\text{pH} \leq 5,8$ o $> 5,8$ difiere significativamente ($P < 0,05$) según el grado de conformación de la canal (figura 8).

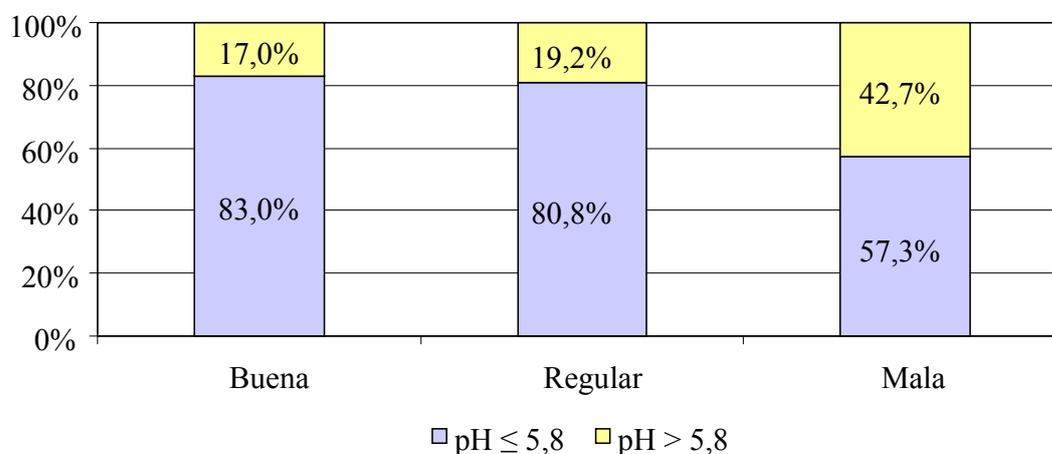


Figura 8. Distribución porcentual de las canales de bovino con $\text{pH} \leq 5,8$ o $\text{pH} > 5,8$ según conformación en Frigosorno, año 2006. (Anexo 2).

De un total de 57.222 canales con registro de pH, 52.707 (92,1%) corresponden a la categoría V, siendo ésta la que tenía un mayor número de canales con $\text{pH} > 5,8$ (9.319 canales categoría V de un total de 9.922 canales con $\text{pH} > 5,8$). Las categorías N, O y D no se consideraron en el análisis debido a que representan menos del 1% del total de canales evaluadas. Al respecto, la categoría se relaciona significativamente ($P < 0,05$) con la presentación de $\text{pH} \leq 5,8$ o $\text{pH} > 5,8$.

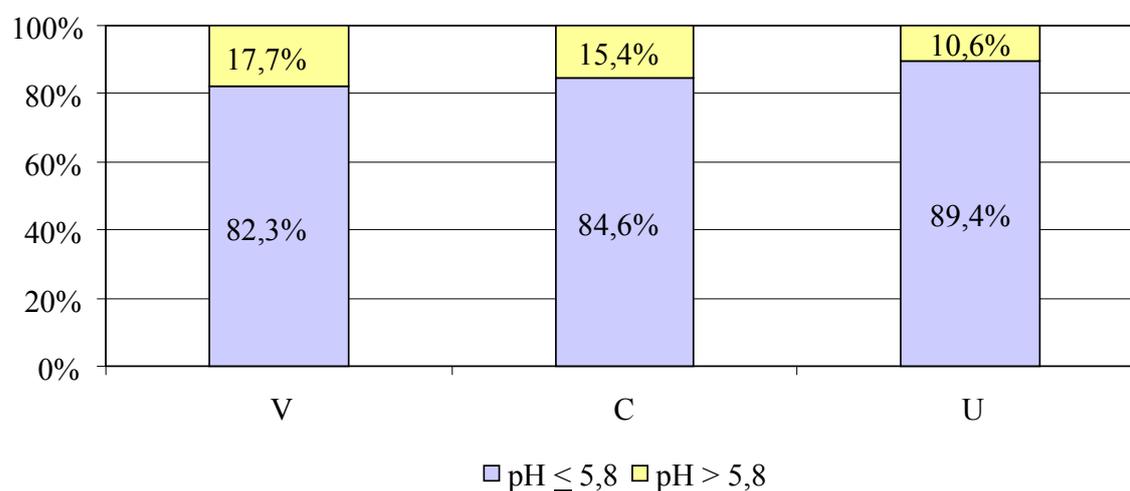


Figura 9. Distribución porcentual de las canales de bovino con $\text{pH} \leq 5,8$ o $\text{pH} > 5,8$ según categoría en Frigosorno, año 2006. (Anexo 2).

Las canales evaluadas pertenecían en su mayoría a planteles no adjuntos al programa Pabco A; la diferencia fue notoria, ya que fueron 41.056 canales provenientes de éstos y

16.166 de planteles Pabco A. Los planteles Pabco A presentaron una proporción significativamente menor ($P < 0,05$) de canales con $\text{pH} > 5,8$ (figura 10).

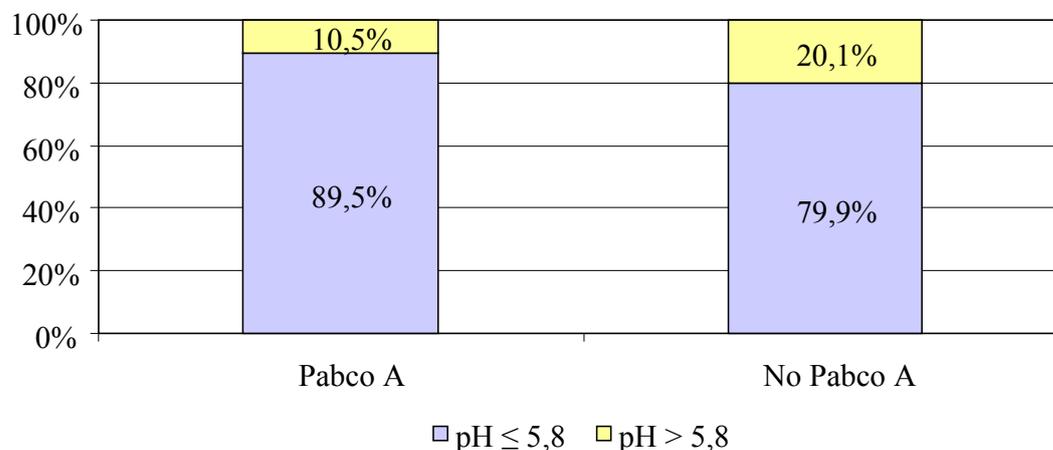


Figura 10. Distribución porcentual de las canales de bovino con $\text{pH} \leq 5,8$ o $> 5,8$ según plantel de origen en Frigosorno, año 2006. (Anexo 2).

A diferencia de las variables antes estudiadas, la presentación de $\text{pH} \leq 5,8$ o $> 5,8$ no fue significativamente diferente ($P > 0,05$), según la distancia de transporte (cuadro 2), esto no obstante que las canales que provenían de una distancia mayor a 750 km fueron las más afectadas, presentando un 19,5% de pH elevado.

Cuadro 2. Frecuencia de distribución de las canales de bovino con $\text{pH} \leq 5,8$ o $> 5,8$ según la distancia del transporte previo a la faena en Frigosorno, año 2006.

Distancia de transporte	Frecuencias				Total
	pH ≤ 5,8		pH > 5,8		
0-150 km	41.078	82,5%	8.743	17,5%	49.821
151-300 km	1.083	85,0%	191	15,0%	1.274
301-450 km	62	98,4%	1	1,6%	63
451-600 km	36	100,0%	0	0,0%	36
601-750 km	1.442	92,7%	114	7,3%	1.556
> 750 km	3.599	80,5%	873	19,5%	4.472
TOTAL	47.300	82,7%	9.922	17,3%	57.222

La variable procedencia presentó diferencias significativas ($P < 0,05$) sobre $\text{pH} \leq 5,8$ o $> 5,8$; del total de canales evaluadas hubo un margen bastante amplio entre las distintas categorías, dado que 33.731 provenían de predios y 17.346 de feria; sin embargo, la diferencia se vio disminuida al observar el número de canales que presentó $\text{pH} > 5,8$, siendo 4.955 para predios y 3.920 para feria, lo que lleva finalmente a obtener un mayor porcentaje de canales con $\text{pH} > 5,8$ en aquellas provenientes de feria (figura 11). La categoría “otros” está

representada sólo por 504 canales, lo que corresponde a un 0,9% del total de canales evaluadas.

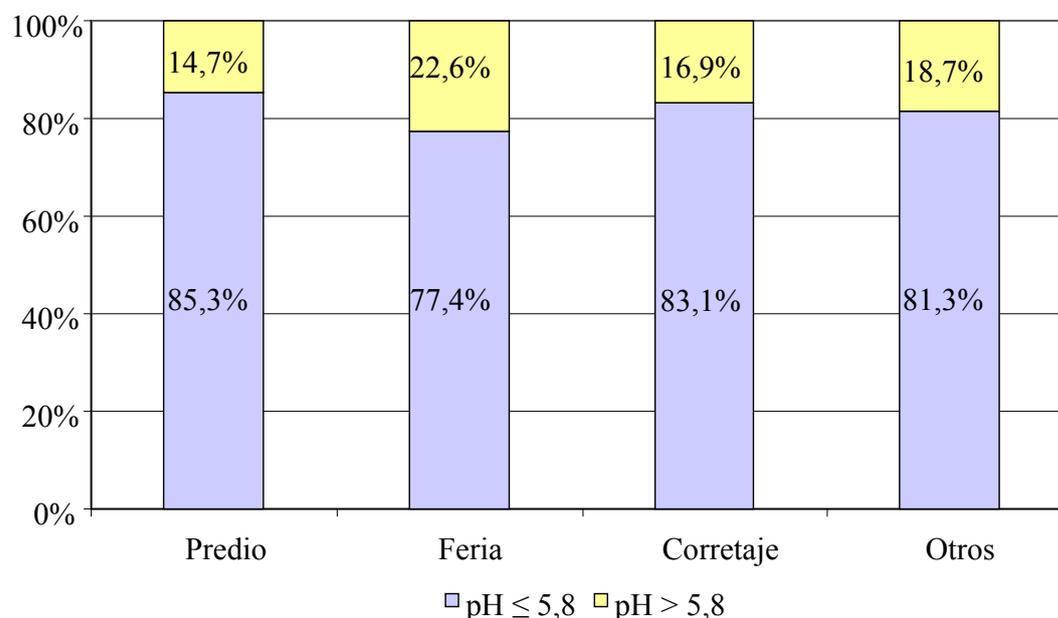


Figura 11. Distribución porcentual de las canales de bovino con $\text{pH} \leq 5,8$ o $\text{pH} > 5,8$ según procedencia en Frigosorno, año 2006. (Anexo 2).

5.2 REGRESIÓN LOGÍSTICA

5.2.1 Todas las canales

La regresión logística realizada a todas las canales no resultó concluyente, dados los valores obtenidos en la prueba de bondad de ajuste realizada, los cuales fueron significativos ($< 0,05$). Por ello se realizaron combinaciones de categorías, para obtener resultados estadísticamente válidos; sin embargo, son de difícil interpretación y pueden llevar a confusión.

En el cuadro 3 se puede apreciar que las variables plantel de origen y grado de cobertura grasa son las que más influencia tienen sobre la presentación de CO. A modo de ejemplo, un macho cuya cronometría dentaria es 6 dientes, con grasa de cobertura grado 1 tiene 2,79 veces más probabilidad de presentar $\text{pH} > 5,8$ que una hembra menor a 18 meses con grasa de cobertura grado 2. La prueba de bondad de ajuste indica que la probabilidad observada se asemeja en un 40% a la probabilidad esperada; sin embargo, el modelo explica sólo en un 7,4% la variabilidad del pH de $\leq 5,8$ a $> 5,8$, tal como lo indica el valor de R^2 de Nagelkerke.

Cuadro 3. Regresión logística de las variables asociadas a pH > 5,8 en todas las canales de bovino con registro de pH en Frigosorno, año 2006.

Sexo	Cronometría dentaria	Categoría	P	Odds Ratio	I.C 95%	
					Inf.	Sup.
<i>Hembra</i>	<i>DL</i>	<i>Pabco A</i>	<i>Ref</i>	1,00	-	-
Macho	2D	NO Pabco A	0,00	2,86	2,55	3,22
Macho	4D	NO Pabco A	0,00	1,41	1,16	1,70
Macho	6D	NO Pabco A	1,00	1,00	0,51	1,96
Macho	8D	NO Pabco A	0,68	0,50	0,02	12,9
<i>Hembra</i>	<i>DL</i>	<i>Predio</i>	<i>Ref</i>	1,00	-	-
Macho	2D	Feria	0,00	1,32	1,20	1,46
Macho	4D	Feria	0,00	1,32	1,12	1,55
Macho	6D	Feria	0,04	1,75	1,02	3,02
Macho	8D	Feria	1,00	0,00	0,00	.
<i>Hembra</i>	<i>DL</i>	<i>Contusiones 0</i>	<i>Ref</i>	1,00	-	-
Macho	2D	Contusiones 1	0,00	1,70	1,44	2,01
Macho	4D	Contusiones 1	0,00	1,55	1,23	1,95
Macho	6D	Contusiones 1	0,12	2,01	0,84	4,82
Macho	8D	Contusiones 1	1,00	1,00	0,00	.
<i>Hembra</i>	<i>DL</i>	<i>Grasa de Cob. 2</i>	<i>Ref</i>	1,00	-	-
Macho	2D	Grasa de Cob. 1	0,62	0,97	0,88	1,08
Macho	4D	Grasa de Cob. 1	0,00	2,25	1,93	2,63
Macho	6D	Grasa de Cob. 1	0,00	2,79	1,58	4,95
Macho	8D	Grasa de Cob. 1	0,18	6,79	0,42	108,6

Hosmer-Lemeshow: 0,4; R² de Nagelkerke: 0,074.

5.2.2 Canales de novillo

En el cuadro 4 se puede apreciar que la variable grasa de cobertura es la de mayor influencia en la presentación de canales de novillo con pH > 5,8, seguida por contusiones, plantel de origen y procedencia, respectivamente; dicho modelo, se acerca en un 97,4% a la probabilidad esperada; sin embargo, explica sólo un 3,3% de la variabilidad del pH de ≤ 5,8 a > 5,8.

Cuadro 4. Regresión logística de las variables asociadas a pH > 5,8 en las canales de Novillo en Frigosorno, año 2006.

Variable Independiente	P	Odds Ratio	I.C 95%	
			Inf.	Sup.
<i>Pabco A</i>	<i>Ref</i>	1	-	-
No Pabco A	0,00	1,41	1,17	1,69
<i>Predio</i>	<i>Ref</i>	1	-	-
Feria	0,00	1,33	1,14	1,55
<i>Grasa de Cob. 2</i>	<i>Ref</i>	1	-	-
Grasa de Cob. 1	0,00	2,28	1,45	3,61
<i>Contusiones 0</i>	<i>Ref</i>	1	-	-
Contusiones 1	0,00	1,59	1,27	1,99
<i>Conformación Buena</i>	<i>Ref</i>	1	-	-
Conformación Regular	0,02	0,77	0,62	0,96

Hosmer-Lemeshow: 0,974; R² de Nagelkerke: 0,033.

5.2.3 Canales de novillito

En el cuadro 5 se puede apreciar que la variable plantel de origen es la de mayor influencia en la presentación de canales de novillito con pH > 5,8, seguida por el grado de cobertura grasa, las contusiones y la procedencia respectivamente, dicho modelo es estadísticamente significativo ($P < 0,05$), se acerca en un 21,6% a la probabilidad esperada y explica en un 11,4% la variabilidad del pH de $\leq 5,8$ a $> 5,8$.

Cuadro 5. Regresión logística de las variables asociadas a pH > 5,8 en las canales de Novillito en Frigosorno, año 2006.

Variable Independiente	P	Odds Ratio	I.C 95%	
			Inf.	Sup.
<i>Pabco A</i>	<i>Ref</i>	1,00	-	-
No Pabco A	0,00	3,42	3,15	3,70
<i>Predio</i>	<i>Ref</i>	1,00	-	-
Feria	0,00	1,43	1,33	1,55
<i>Grasa de Cob. 2</i>	<i>Ref</i>	1,00	-	-
Grasa de Cob. 1	0,00	1,82	1,31	2,53
<i>Contusiones 0</i>	<i>Ref</i>	1,00	-	-
Contusiones 1	0,00	1,63	1,42	1,87

Hosmer-Lemeshow: 0,216; R² de Nagelkerke: 0,114.

5.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA

El cuadro 6 muestra el desglose de cortes de una canal junto al diferencial de precio producido por corte, según su procedencia y pH. Si la canal proviene de un plantel Pabco A,

cuyo destino es la Comunidad Económica Europea (CEE), y el pH registrado se encuentra entre 5,9 y 6,3, los cortes son destinados al mercado nacional, mientras que si el pH es mayor a 6,3, se rescatan sólo cinco cortes para el mercado nacional y los demás cortes son destinados a trimming. Si la canal proviene de un plantel No Pabco A cuyo destino es el mercado nacional, se rescatan sólo los cinco primeros cortes de la lista, mientras que todos los demás cortes son destinados a trimming.

Cuadro 6. Estimación de la pérdida económica (\$) de 2009) para cada corte de canal bovina según plantel de origen y pH en Frigosorno, año 2006. (Anexo 3).

Corte	Δ precio (\$)		
	Canales Pabco A		Canales No Pabco A
	pH > 5,9 y \leq 6,3	pH > 6,3	pH > 6,3
Filete	7.782	7.782	-
Lomo liso	17.862	17.862	-
Lomo vetado	4.917	4.917	-
Posta negra	-3.693	-3.693	-
Posta rosada	-3.001	-3.001	-
Asiento	6.573	14.950	8.376
Posta paleta	-5.788	3.836	9.623
Punta de ganso	654	2.309	1.654
Punta paleta	-792	1.449	2.240
Ganso – pollo ganso	-13.573	10.250	23.822
Sobrecostilla-huachalomo	-3.050	4.041	7.091
Choclillo	-675	1.256	1.931
Entrecot filete-lomo	22.129	17.701	-
Palanca	-312	924	1.235
Punta de picana	-28	1.321	1.349
Tapabarriga	-	2.694	2.694
Tapapecho	-	3.454	3.454
Abastero especial	-	1.976	1.976
Asado carnicero	-	2.488	2.488
Plateada	-	3.202	3.202
Sobrecostilla	-	26	26
Huachalomo	-	15	15
Asado de tira 3 cm	-	60	60
Asado de tira 8 cm	-	61	61
TOTAL	29.005	95.880	71.297

Finalmente se muestra la magnitud del problema de pH elevado en cuanto a pérdidas económicas por concepto de ventas, estimado para Frigosorno, durante el año 2006.

Cuadro 7. Estimación de las pérdidas económicas ocasionadas por varas de bovino con problemas de pH según plantel de origen y pH en Frigosorno, año 2006.

Plantel de origen	pH	N° canales	Pérdida por canal (\$)	Total (\$)
Pabco A	> 5,9 y \leq 6,3	575	29.005	16.677.875
Pabco A	> 6,3	644	95.880	61.746.720
No Pabco A	> 6,3	3.721	71.297	265.296.137
TOTAL		4.940		343.720.732

6. DISCUSIÓN

El estudio realizado en la PFC, muestra que la frecuencia de presentación de canales con pH mayor a 5,8 durante el año 2006 fue alta, alcanzando un 17,3% del total de las cabezas con registro de pH durante dicho período (cuadro 1). Esta cifra cabe dentro del rango de incidencia dado por Pérez y col (2008), quienes afirman que en países productores de carne se reportan frecuencias anuales entre un 3 y 22 %; sin embargo, es superior al rango de Gallo (2003), quien considera una fluctuación entre 4% y 10%. Herrera (2008) estimó una incidencia de 18,4% del total de canales cuyo pH fue evaluado en la misma planta faenadora, cifra similar a la obtenida en este estudio; a su vez, Palma y Gallo (1991) estimaron la frecuencia de presentación en un 10,2% del total de canales evaluadas (3890 bovinos). Con el paso de los años, las plantas faenadoras se han ido preocupando por detectar el problema, lo cual implica un aumento en la frecuencia de presentación, dado que al aumentar la proporción de canales evaluadas, aumenta también la detección de canales con problemas de pH; de no ser evaluadas, se considerarían sin problemas de pH. En el caso de esta empresa, que cuenta con una evaluación objetiva, el número de canales evaluadas durante el año 2006 fue cercano al 50% del total faenado, por lo tanto la frecuencia de presentación esperada podría ser mayor que la de otras plantas faenadoras cuya evaluación es subjetiva, dado que en ellas se evalúa el color de la carne de forma visual, sin pHmetro, y sólo a un pequeño número de canales seleccionadas al azar.

El efecto del sexo sobre la frecuencia de presentación de $\text{pH} \leq 5,8$ ($P < 0,05$), coincide con lo señalado por Scanga y col (1998) y Gallo (2003). En este estudio, es posible observar que casi un cuarto del total de machos evaluados presentan $\text{pH} > 5,8$; a diferencia de las hembras, de las cuales sólo un 10% presentaron dicho problema (figura 2), lo que podría deberse a lo indicado por Mach y col (2007) y Hargreaves y col (2004) quienes atribuyen las diferencias a un patrón de comportamiento distinto entre sexos, indicando que los machos tienen una conducta combatiente, de antagonismo, manifestado a través de montas y peleas, mientras que las hembras sólo manifiestan comportamiento de monta cuando están en estro

Respecto del aumento en la detección de pH muscular elevado, medido 24 horas *post mortem* en canales faenadas durante la estación de otoño (figura 3) (Abril y Junio), podría explicarse debido a la fuerte sequía sufrida en el verano de 2006, la cual afectó la producción de forraje en las praderas del sur de Chile. La mala calidad y escasa cantidad de alimento generan condiciones inadecuadas para la alimentación del ganado, lo cual lleva a una disminución en las reservas energéticas en las semanas previas al faenamamiento. Existe una importante relación entre la dieta consumida por los animales, las características de la canal y la calidad de su carne; al disminuir el alimento, las reservas de glucógeno muscular son menores y cualquier estrés será más grave (Gallo 2003), generando así mayor probabilidad de presentación de pH elevado. Por otra parte, la temperatura ambiente del día anterior a la faena también puede influir (Hargreaves y col 2004) dado que si bien es cierto las temperaturas no son tan extremas como para producir estrés calórico, las condiciones de manejo y transporte

pueden no ser las adecuadas cuando en otoño ocurren cambios bruscos de temperatura (falta de sombra, ausencia de bebederos). Kreikemeier y col (1998) encontraron un patrón similar al obtenido en este estudio, con frecuencias de presentación mayores durante el verano y principios de otoño, las cuales disminuyen a partir del segundo tercio de otoño, llegan a su mínimo en invierno, y se incrementan levemente durante la primavera; de igual modo, Amtmann y col (2006) señalan que aquellos novillos faenados en verano mostraron 3,03 veces más probabilidad de tener un pH mayor a 5,8 que los que fueron faenados en invierno. Mounier y col (2006) por su parte, afirman que el pH obtenido es menor en los días posteriores a días de menores temperaturas.

La clase animal también afecta ($P < 0,05$) la frecuencia de presentación de $pH \leq 5,8$ o $pH > 5,8$. Al igual que Palma (1990) y Arcos (1994) se puede apreciar que la clase más afectada fue la de los novillos, seguidos por los novillitos (figura 4); sin embargo, las cifras de Arcos (1994) son alrededor de 10 puntos porcentuales inferiores para los novillos y 3 puntos porcentuales para los novillitos, respecto a la distribución porcentual encontrada en este estudio. Herrera y col (2009) encontraron un mayor porcentaje de presentación de pH elevado en la clase novillito, considerando como una de las posibles causas el hecho de que dicha clase sea la que se anaboliza con mayor frecuencia para lograr mejores ganancias de peso.

Si bien es cierto, las clases no castradas no se consideraron en el análisis debido al bajo número de registros realizados en estas canales, es importante destacar que de los toros y torunos evaluados, la gran mayoría de ellos presentó $pH > 5,8$; Gallo (2003) atribuye esto a un temperamento más excitable dado por una mayor sensibilidad de los toritos al corte oscuro, por sobre machos castrados y hembras, considerando también la diferencia entre razas, existiendo algunas más propensas que otras. Palma (1990) también considera el macho entero como una clase muy excitable de difícil manejo, que no soporta la mezcla con otros animales.

La edad (determinada por cronometría dentaria) también es un factor que afecta ($P < 0,05$) la frecuencia de presentación de $pH \leq 5,8$ o $pH > 5,8$, tal como lo afirman Almonacid (2003) y Gallo (2003); siendo las canales de 4 dientes las que presentaron el porcentaje más elevado de $pH > 5,8$ (figura 5), al igual que los resultados obtenidos por Palma (1990). La baja presentación en aquellos animales de 8 dientes (figura 5) podría explicarse debido a lo experimentados que ellos son con respecto a situaciones y ambientes nuevos, a diferencia de los animales más jóvenes, tal como lo afirma Palma (1990). Con respecto a la alta presentación de pH elevado ($> 5,8$) en los animales de 2 y 4 dientes (figura 5), ésta no tiene justificación clara. Una posible explicación podría ser la mezcla de lotes, ya que dado que los animales de 4 dientes representan un 14,4% del total de animales faenados, éstos la mayoría de las veces son mezclados con los de 2 dientes, lo que lleva a que haya problemas sociales entre los animales, con la consiguiente mayor actividad física y por ende, mayor estrés debido a la mezcla de ganado y posicionamiento en un corral desconocido en la PFC (Kreikemeier y col 1998). Durante la fase previa a la faena, los animales están sujetos a demandas físicas adicionales, dadas por los cambios en la estructura social debido a la separación y mezcla de lotes (Ferguson y Warner 2008). Lo anterior difiere de lo indicado por Hargreaves y col (2004) quienes por sus resultados afirman que la cronometría dentaria es un factor que no incidiría en las frecuencias de reprobación.

La grasa de cobertura afecta ($P < 0,05$) la frecuencia de presentación de $\text{pH} \leq 5,8$ o $> 5,8$. A medida que ésta aumenta, disminuye la ocurrencia de $\text{pH} > 5,8$, al punto que el puntaje máximo de cobertura grasa (3) no presentó dicha alteración (figura 6). La regresión logística corrobora lo anterior, indicando que los novillos que presentan grasa de cobertura 1 presentan 2,28 veces más riesgo de presentar $\text{pH} > 5,8$ que los que presentan grasa de cobertura grado 2 (cuadro 4); lo mismo ocurre con los novillitos, donde el riesgo es 1,82 veces más alto (cuadro 5). Lo anterior concuerda con Mach y col (2007) quienes observaron que la probabilidad de tener $\text{pH} \geq 5,8$ disminuye cuando una carcasa aumenta su grasa de cobertura de 1 a 2, declinación que se observa aún más fuerte cuando la carcasa aumenta su cobertura grasa de 1 a 3. Al respecto, Grandin (1997) señala que razas de producción de carnes magras son más propensas a presentar problemas de corte oscuro. Murray (1989) mostró que la frecuencia de corte oscuro disminuye a medida que aumenta la grasa de las canales, esto podría deberse a que un bajo nivel de cobertura grasa está relacionado con animales mal alimentados, los cuales tienen un alto riesgo de presentar pH alto si experimentan stress durante el período previo a la faena, debido a las bajas reservas de glucógeno muscular (Moloney y col 2008).

La presencia de contusiones en la canal afecta la presentación de $\text{pH} \leq 5,8$ o $> 5,8$ ($P < 0,05$). A medida que aumenta el grado de la o las contusiones, aumenta también la frecuencia de presentación de pH elevado; sin embargo, llama la atención la elevada frecuencia de presentación (16,92%) de $\text{pH} > 5,8$ en las canales que no presentaron contusión alguna (figura 7), lo cual estaría corroborando la condición multifactorial del problema según los resultados de la regresión logística; la ausencia de contusiones no implica un factor de protección frente a otras condiciones que sí afectan la calidad de la canal. Para el caso de los novillos, la presencia de contusiones grado 1 determina 1,59 veces más riesgo de presentación de $\text{pH} > 5,8$ versus aquellas canales que no presentaron contusiones (cuadro 4), cifra similar para los novillitos (cuadro 5). Cabe destacar finalmente que el porcentaje de canales que no presentó contusiones es de alrededor de un 93% del total de animales faenados, coincidiendo con lo registrado por Gallo y col (1999).

Una mala conformación de la canal puede llevar a una mayor frecuencia de presentación de $\text{pH} > 5,8$ ($P < 0,05$), en este estudio se observó casi un 43% de pH elevado en aquellas canales con dicha condición (figura 8), lo que se podría explicar por el estado de gordura, ya que todas las canales que presentaron mala conformación provienen de vacas viejas con cobertura grasa 0 y 1, las cuales probablemente son desecho de lecherías, cuya condición corporal es mínima dadas las condiciones de mala alimentación y/o presencia de patologías sistémicas, tales como cojeras o mastitis. La elevada presentación de $\text{pH} > 5,8$ en canales con conformación buena y regular, 17% y 19,2% respectivamente (figura 8), muestra nuevamente la condición multifactorial del problema.

La categoría, variable que también afecta la frecuencia de presentación de $\text{pH} \leq 5,8$ o $> 5,8$, es un parámetro que considera clase y edad del animal, por lo tanto, coincide con lo anteriormente dicho con respecto a dichas variables; categoría U corresponde a animales viejos (4 a 8 dientes), en su mayoría vacas y bueyes, a diferencia de la categoría V que corresponde a novillos y novillitos principalmente, esta última es la que presenta un mayor

porcentaje de animales con $\text{pH} > 5,8$ (figura 9). Si se compara las categorías V, C y U, se cumpliría lo afirmado por Grandin (1997) y Mounier y col (2006) donde los animales de mayor edad (categoría U) tienen mayor experiencia y por ende tienen menos susceptibilidad al estrés, presentando menos problemas de pH.

Las canales que provienen de planteles Pabco A muestran un 50% menos de presentación de pH elevado ($>5,8$) con respecto a las canales provenientes de planteles no suscritos al programa Pabco A (figura 10). Por otra parte, la regresión logística indica que los novillos provenientes de planteles no Pabco A presentan 1,41 veces más riesgo de presentar $\text{pH} > 5,8$ que los que provienen de planteles Pabco A (cuadro 4), cifra aún más marcada en los novillitos, donde el riesgo es 3,42 veces más grande (cuadro 5). Los resultados obtenidos coinciden con los de Herrera y col (2009) quien obtuvo una mayor frecuencia de presentación de pH elevado en predios Pabco B, es decir, aquellos que pueden usar sustancias anabólicas, considerando ésta como una de las causas para la obtención de dicha diferencia. Parte de la diferencia también es atribuible a que planteles Pabco A usan principalmente animales de tipo cárnico mientras que Pabco B utiliza razas doble propósito o lecheras, y finalmente a una diferencia en el manejo, dado que al ser el destino la exportación a la Unión Europea, hay mayor cuidado por ejemplo en cuanto a la infraestructura donde se trabaja con el ganado, así como en los registros y tratamientos en general.

Si bien un 20% de canales con $\text{pH} > 5,8$ provienen de planteles no Pabco A, lo cual puede estar mostrando el efecto de los anabolizantes, esto no es posible afirmarlo, ya que éstos pueden estar usando como pueden no estar usando dichas sustancias. Dicho de otra forma, si el estudio se realizara efectivamente comparando planteles que usan y planteles que no usan anabólicos, la diferencia en la frecuencia de presentación de canales con $\text{pH} > 5,8$ entre éstos podría ser mucho más acentuada. Al respecto, Palma y Gallo (1991) estudiaron la presentación de corte oscuro entre animales implantados y no implantados, obteniendo porcentajes similares entre ambos grupos; sin embargo esto fue por encuesta a los productores sobre si usaban o no anabólicos y eso es poco confiable. Scanga y col (1998) consideran que uno de los factores que influye en la presentación de corte oscuro es la utilización de sustancias anabolizantes para aumentar y acelerar la ganancia de peso en el ganado. Sin embargo, dichos autores atribuyen mayormente el problema al “uso agresivo de promotores de crecimiento”, considerando no sólo el uso, sino también la estrategia de implante, el tipo y combinación de éstos y la fecha de aplicación con respecto al día de faena, recomendando una aplicación mínimo cien días antes de la faena. Los animales implantados tienen una demanda nutricional distinta, tanto en calidad como en cantidad de nutrientes, la cual muchas veces no se satisface; al respecto, estos autores señalan que dada la modificación en las curvas de crecimiento, las ganancias de peso y los requerimientos de nutrientes debido a los cambios hormonales generados por dichas sustancias, se agregan nuevas causas de estrés que finalmente aumentan el riesgo de presentación de pH elevado.

La distancia del transporte previo a la faena, medida en kilómetros entre el lugar de origen de los animales y la PFC, no presentó asociación estadísticamente significativa ($P > 0,05$) con la presentación de $\text{pH} \leq 5,8$ o $> 5,8$. Los resultados obtenidos no eran los que se esperaban si se comparan con los de Amtmann y col (2006), dado que distancias recorridas

entre 451 y 600 km por ejemplo no presentaron registro alguno de pH > 5,8 (cuadro 2), lo cual puede deberse al bajo número de canales (36) evaluadas para este rango de distancia de transporte, ya que es sólo un 0,06% del total faenado por esta PFC en 2006. Respecto de la alta frecuencia de presentación de pH elevado para aquellos animales provenientes de la misma área geográfica de la planta faenadora de carnes y sus alrededores (cuadro 2), lo cual tampoco era esperable, debido a que es el lugar desde donde los animales recorren la menor distancia y tienen el menor tiempo de transporte en relación a los otros orígenes; podría deberse a que la mayoría de los animales que provienen de feria están dentro de este rango de distancia de transporte, situación que enmascara el origen y distancias reales desde donde han sido transportados los animales.

Al respecto, Gallo y col (2001) hacen ver la variabilidad en la respuesta de los animales frente a estrés de transporte, habiendo algunos que lo soportan y mantienen por ende el pH dentro del rango normal, mientras que otros se ven fuertemente afectados, obteniéndose así altos niveles de pH *post mortem*; de igual forma, Ferguson y Warner (2008) señalan que la magnitud de cualquier efecto en la concentración de glucógeno y por ende el pH final, estará comandada por la condición del ganado, su historial nutricional y el tiempo de espera, así como las condiciones de transporte.

Animales que sí respondieron a lo que se esperaba fueron los del mayor rango de distancia de transporte (> 750 km), quienes mostraron la mayor frecuencia de presentación (19,52%) (cuadro 2), ellos provienen tanto del norte (Rancagua, Paine y Santiago) como del sur de Chile (Coyhaique, Puerto Aysén, Puerto Ibáñez), siendo transportados por vía terrestre o por vía terrestre y marítima respectivamente; los tiempos de transporte y ayuno fueron prolongados, ya que se debe considerar desde el momento en que se encierran los animales para cargarlos, el tiempo de transporte como tal, la descarga y la espera en los corrales previo a la faena. Hargreaves y col (2004) observaron que a medida que se distanciaba la procedencia de los animales de la planta faenadora, aumentaba significativamente la presentación de pH elevado (> 5,9); Gallo (1997) atribuye lo anterior a los procedimientos de manejo asociados al transporte como: ayuno, falta de agua, mezcla de animales y los resultantes problemas de conducta, movimientos durante el transporte, ruidos no familiares e inclemencias del tiempo. Amtmann y col (2006) señalan que a mayor tiempo de transporte, mayor alteración de las variables sanguíneas indicadoras de estrés, por ende, mayor afección de la calidad de la carne en términos de ocurrencia de corte oscuro, lo cual se observó significativamente mayor para transportes de 24 h sobre los tiempos menores (3, 6 y 12 h); Gallo y col (2003) por su parte, indican que tiempos mayores a 12 horas de ayuno o espera, conllevan una tendencia al aumento de la incidencia de pH elevado.

La procedencia de las canales es uno de los factores que se asocia a la presentación de pH \leq o $>$ 5,8 ($P < 0,05$). En este estudio la proporción de canales que presentó pH > 5,8 del total de animales provenientes de feria fue alta (22,6%) (figura 11), lo cual podría estar determinado por un mayor tiempo de transporte, espera y ayuno; dado que los animales llegan del predio a la feria, se mantienen todo el día en dicho recinto mezclados con otros animales, luego vuelven a ser cargados al camión y son llevado el mismo día o al día siguiente a la planta faenadora de carnes; lo anterior se resume en una mayor exposición al contacto con

humanos y transporte y mayor período de ayuno, más manejos de carga y descarga lo cual junto con la mezcla de lotes aumenta el estrés, y con ello, el riesgo de pérdidas por calidad de carne (Ferguson y Warner 2008). A diferencia de lo anterior, aquellas canales que provenían de predios presentaron la menor frecuencia de presentación (14,69%) (figura 11), dado que generalmente el transporte es directo desde predio a planta faenadora; lo mismo ocurre con corretajes, dado que la intervención del corredor de ganado se limita generalmente a un tema de trámites y compra-venta, lo cual no implica necesariamente un manejo diferente o un mayor tiempo de transporte, espera o ayuno, excepto algunos casos en los cuales el corredor envía un mismo camión a distintos predios y ocurre la mezcla de animales de diferente procedencia. Los resultados obtenidos discrepan con Palma (1990) quien obtuvo cifras mayores de corte oscuro para animales provenientes de predio, versus animales provenientes de feria. La regresión logística nuevamente corrobora la frecuencia observada, dado que otorga 1,33 y 1,43 veces más riesgo de presentación de $\text{pH} > 5,8$ a aquellas canales de novillo (cuadro 4) y novillito (cuadro 5) respectivamente, provenientes de feria, versus las que provenían de predios.

6.1 EVALUACIÓN ECONÓMICA

Las pérdidas económicas estimadas para la empresa estudiada durante el año 2006 arrojan una cifra alta (cuadro 7), la que es difícilmente comparable con otros autores, dado que la literatura en general se refiere a grandes pérdidas económicas, respaldadas sólo en algunos casos por estimaciones aproximadas (Amtmann y col 2006). Hood y Tarrant (1980) señalan que, comparando una carcasa o cortes de carne con pH elevado versus canales sin afección de pH , existe una pérdida de valor económico de 10%, aunque ocasionalmente se reportan pérdidas más altas, haciendo notar que además de la pérdida económica como tal, el problema de CO tiene otras consecuencias como el costo que conlleva retirar del mercado la carne afectada dada su discriminación y corta vida útil, la sustitución por carne con pH adecuado, la pérdida de reputación por calidad y el descenso en el grado de calidad de cortes no afectados que provienen de una canal con pH superior al adecuado.

En el caso de aquellas canales provenientes de plantales Pabco A cuyo destino era la CEE, y que presentaron pH en un rango entre 5,9 y 6,3, se dejó de ganar \$29.005 por cada una de dichas canales (cuadro 7), es decir, el valor de la canal disminuyó en un 12%; sin embargo aquéllas que mostraron pH superiores a 6,3 sufrieron una devaluación de \$95.880 por canal, correspondiente al 40% de su valor potencial.

Las canales provenientes de plantales no Pabco A cuyo destino era el mercado nacional, disminuyeron su valor monetario en un 33,7% (\$71.297 por canal (cuadro7)), cifra similar a la estimada por Vidal y col (2009), quienes utilizando un algoritmo de cálculo similar, estimaron una pérdida económica de \$67.967 por canal. Mach y col (2007) indican que la industria de carne de España penaliza el precio de las carcasas con descuentos de entre un 30 y un 60% cuando el pH es mayor a 5,8; Palma (1990) por su parte, afirma que en Chile las canales que presentan CO tienen una inmediata devaluación comercial por restringirse sus posibilidades de uso, sin embargo no aporta cifras al respecto.

Si se considera el total de las pérdidas económicas y el número de animales cuyo pH fue evaluado, se podría estimar en promedio una pérdida de \$6.679 por canal faenada. Ahora bien, si se consideran sólo los animales con $\text{pH} > 5,8$, el promedio ascendería a \$38.518 por animal. Por otra parte, si bien es cierto, el 17,34% de las canales evaluadas presentan problemas de pH (9.922 canales con $\text{pH} > 5,8$) (cuadro 1), de ellas sólo 4.940 canales causaron pérdidas económicas reales, es decir, 8,6% del total de canales cuyo pH fue registrado; las restantes casi cinco mil canales con $\text{pH} > 5,8$ no constituyeron pérdida económica, dada la estrategia de esta PFC de enviar al mercado nacional lo que no es posible de exportar, rescatar cortes nobles, vender en forma de trimming la carne con $\text{pH} > 6,3$, y considerar una línea de vacío de salida rápida.

Alrededor del 75% de las canales que causaron pérdidas económicas pertenecían a planteles no Pabco A, ello se traduce en que el 69,4% del total de la pérdida económica fue causado por dichas canales, mientras que apenas un 30,6% del total de pérdidas económicas fue causado por canales provenientes de planteles Pabco A. Lo anterior ocurre a pesar de la distinta exigencia en cuanto al pH crítico, ya que las pérdidas comienzan con $\text{pH} > 5,9$ para las canales provenientes de planteles aprobados para la exportación de carnes a la CEE, mientras que para canales con destino nacional las pérdidas se consideran con $\text{pH} > 6,3$.

Las pérdidas económicas no fueron tan altas, dado que la empresa puede rescatar los cortes provenientes de canales con pH entre 5,9 y 6,3 y redestinarlos a vacío de salida rápida, evitando así una pérdida mayor en el valor de la canal; de igual modo, en el caso de presentar pH mayor a 6,3 se rescatan los cinco cortes nobles (filete, lomo liso, lomo vetado, posta negra y posta rosada) para su posterior comercialización como tal, en otras palabras, se hace una diferencia en los cortes afectados y los no afectados de canales con pH mayor al crítico. Lo anterior difiere de lo presentado por Almonacid (2003), quien afirma que existe una exagerada devaluación económica de las canales que presentan CO, dado que todos los cortes comerciales son rechazados para el proceso de envasado al vacío, situación que no refleja lo que actualmente hace la planta procesadora en estudio.

La magnitud de la pérdida, estimada en más de 340 millones de pesos durante un año para una sola planta faenadora de carnes (cuadro 7), hace pensar respecto de la urgencia que tiene el tomar conciencia y capacitar a los productores, transportistas y personal que maneja el ganado en general, en cuanto a los factores asociados al problema de pH elevado. Si bien es cierto es difícil evitar totalmente la pérdida, dado que hay diversos factores intrínsecos asociados, sí es posible minimizarla mediante un manejo cuidadoso y tranquilo del ganado. Además se debe considerar que el mercado internacional se va haciendo cada vez más exigente, no sólo en cuanto a calidad final del producto, sino también en bienestar animal durante todo el proceso, lo cual involucra a criadores, engorberos, transportistas y plantas faenadoras de carne. El uso estratégico y no abusivo de sustancias anabólicas, el transporte de animales en horas de la tarde que no generen estrés térmico (especialmente en época de otoño), el terminar los animales y enviarlos a faena idealmente con algún grado de grasa de cobertura (idealmente 2 o 3), el enviar los animales directamente desde el predio a la PFC (sin pasar por feria), el evitar las contusiones y mantener una buena conformación de los animales,

son algunas de las posibles soluciones para disminuir los problemas de pH y con ello evitar las pérdidas económicas generadas.

Scanga y col (1998) señalan que reduciendo la ocurrencia de CO, existe una oportunidad para los productores de carne de obtener grandes ahorros económicos; si se considera la estrechez de los márgenes económicos para los productores de carne, se puede decir que la mayor entrega de información acerca de la magnitud de este problema, con medidas preventivas, podrían mejorar la rentabilidad del rubro. En el caso de Chile, y de esta PFC en particular, las pérdidas económicas usualmente han sido asumidas por esta última, lo cual no constituye una excusa para que los productores no fomenten prácticas de manejo y trato animal adecuado, dado que si bien es cierto las pérdidas económicas no los afectan, como indica Blokhuis y col (2008) existe una amplia evidencia desde el punto de vista de la ciencia animal, de que varias mejoras en el BA ayudarán a reducir costos o proveerán otros beneficios a los productores.

6.2 CONCLUSIONES

La frecuencia de presentación de canales con $\text{pH} > 5,8$ afectó a un 17,3% del total de canales evaluadas. La magnitud de dicha cifra implica que es un problema a considerar dentro de la PFC y que requiere la implementación de medidas preventivas tanto en la planta misma, como a nivel de los productores y transportistas.

La presentación de $\text{pH} > 5,8$ se vio incrementada en canales de sexo macho; ésta se vio igualmente afectada por las variables época del año (de faena) y procedencia; observándose mayor frecuencia de presentación en otoño y canales procedentes de feria. Estas dos últimas variables podrían ser manejadas mediante distintas estrategias de prevención.

Las variables conformación, categoría y cronometría dentaria afectaron también la frecuencia de presentación de $\text{pH} > 5,8$, siendo mala conformación, categoría V y cronometría dentaria 4 dientes, las que presentaron mayores problemas.

Las clases que presentaron mayor frecuencia de presentación de $\text{pH} > 5,8$ fueron novillo y novillito, respectivamente. En ambos casos grasa de cobertura, contusiones, plantel de origen y procedencia fueron factores de riesgo asociados a la alta presentación.

Los cambios que ocasiona el pH elevado en la canal producen grandes pérdidas económicas para la cadena de la carne bovina, tanto por el menor precio de cada corte, como por el nuevo destino dentro del mercado local de carnes que podrían haberse exportado.

Las pérdidas económicas originadas por problemas de pH fueron aproximadamente 340 millones, lo que aporta antecedentes para establecer criterios de prevención y control en una óptica costo-beneficio.

El valor de la canal disminuyó en un 12% para las canales provenientes de planteles Pabco A cuyo pH se registró entre 5,9 y 6,3; mientras que para aquéllas que obtuvieron un pH

mayor a 6,3 dicha pérdida aumentó a un 40%. Las canales provenientes de planteles no Pabco A sufrieron una devaluación correspondiente a un 34% de su valor original.

Si bien es cierto, el pH crítico de las canales es más exigente para aquéllas que provienen de planteles Pabco A (destinadas a la exportación), y las pérdidas por canal (\$) son superiores para dicha categoría; las pérdidas económicas se originan principalmente por problemas de canales provenientes de planteles no Pabco A cuyo destino es el mercado nacional, debido a que éstas son más en número y presentan un total de canales afectadas alrededor de tres veces mayor al de las canales pertenecientes a planteles adjuntos a dicho programa.

Del total de canales que presentaron problemas de pH, sólo la mitad de ellas causó una pérdida económica real para la PFC según se pesquió con el algoritmo de cálculo desarrollado. Lo anterior indica que la magnitud del problema podría ser aún mayor si no se llevaran a cabo estrategias que destinan las carnes con problemas a otros mercados menos exigentes.

7. BIBLIOGRAFÍA

Almonacid M. 2003. Estudio de pH y color muscular en cortes comerciales de canales bovinas normales y con la anomalía de “corte oscuro”. *Memoria de título*, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile, Chile.

Amtmann V, C Gallo, G Van Schaik, N Tadich. 2006. Relaciones entre el manejo antemortem, variables sanguíneas indicadoras de estrés y pH de la canal en novillos. *Arch Med Vet* 38, 259-264.

Apple J, E Kegley, D Galloway, T Wistuba, L Rakes. 2005. Duration of restraint and isolation stress as a model to study the dark-cutting condition in cattle. *J Anim Sci* 83, 1202-1214.

Arcos S. 1994. Estudio de factores condicionantes de carnes de corte oscuro (DFD) en novillos: efecto de algunos factores extrínsecos e intrínsecos. *Memoria de título*, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile, Chile.

Ashmore C, F Carroll, L Doerr, G Tompkins, H Stokes, W Parker. 1973. Experimental prevention of dark – cutting meat. *J Anim Sci* 36, 33-36.

Blokhuis H, L Keeling, A Gavinelli, J Serratos. 2008. Animal welfare’s impact on the food chain. *Trends in Food Science & Technology* 19, S79-S87.

Boleman S, S Boleman, W Morgan, D Hale, D Griffin, J Savell, R Ames, M Smith, J Tatum, T Field, G Smith, B Gardner, J Morgan, S Northcutt, H Dolezal, D Gill, F Ray. 1998. National Beef Quality Audit-1995: survey of producer-related defects and carcass quality and quantity attributes. *J Anim Sci* 76, 96-103.

Ferguson D, R Warner. 2008. Have we underestimated the impact of pre-slaughter stress on meat quality in ruminants?. *Meat Science* 80, 12–19.

FIA. 2006. El “Bienestar Animal” como factor de competitividad. Boletín Mensual ISSN 0718-0322 N° 103, Noviembre 2006.

Field T. 2007. Beef Production and Management Decisions. Ed. Pearson Prentice Hall. 5ª Ed. USA.

Gallo C. 1997. Efectos del manejo pre y post faenamamiento en la calidad de la carne. III Jornadas Chilenas de Buiatría. Osorno. Chile. Pp 26-52.

Gallo C, M Caro, C Villarroel, P Araya. 1999. Características de los bovinos faenados en la Décima Región (Chile) según las pautas indicadas en las normas oficiales de clasificación y tipificación. *Arch Med Vet* 31, 81-88.

Gallo C, A Espinoza, J Gasic. 2001. Effects of 36 hours road transport with or without a resting period on live weight and some meat quality aspects in cattle. *Arch Med Vet* 33, 43-53.

Gallo C. 2003. CARNES DE CORTE OSCURO EN BOVINOS. Revista Americarne & FIFRA. Jornada de Actualización Técnica sobre Bienestar Animal, Montevideo, Uruguay. (Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/carne_y_subproductos/50-carnes_de_corte_oscuro.pdf Consultado el: 05 Marzo 2010).

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

Gallo C, N Tadich. 2004. Bienestar animal y calidad de carne durante los manejos previos al faenamiento en bovinos. Resúmenes Seminario Producción Animal de Calidad Contemplando Bienestar Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias UACH y FIA. Valdivia, Chile. Pp 41-56.

Grandin T. 1997. Assessment of stress during handling and transport. *J Anim Sci* 75, 249-257.

Grandin T. 2000. Livestock handling and transport. CAB Int., U.K. Pp 409-433.

Grandin T, M Deesing. 2008. Humane Livestock Handling. Ed. Storey. 1ª Ed. USA. Pp. 71.

Groom G. 1990. Factors affecting poultry meat quality. *Options Méditerranéennes* A(7), 205-210.

Hargreaves A, L Barrales, I Peña, R Larraín, L Zamorano. 2004. Factores que Influyen en el pH Ultimo e Incidencia de Corte Oscuro en Canales de Bovinos. *Cien Inv Agr* 31, 155-166.

Herrera C. 2008. Análisis descriptivo de factores asociados a la presentación de contusiones y pH elevado en canales de bovinos de distinta procedencia geográfica. *Memoria de título*, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile, Chile.

Herrera C, S Iraira, C Gallo. 2009. Efecto del origen Pabco A y Pabco B en la presentación de pH elevado en canales de bovino. XXXIV Reunión de la Sociedad Chilena de Producción Animal (SOCHIPA). Pucón, Chile. Pp 266-267.

Hofmann K. 1988. El pH, una característica de la calidad de la carne. *Fleischwirtsch Español* 1, 13-18.

Hood D, P Tarrant. 1980. The problem of Dark-Cutting Beef. Martinus Nijhoff Publishers. The Hague.

Horgan R. 2005. Legislación de la Unión Europea sobre bienestar animal: situación actual y perspectivas. Proceedings of the Seminar Animal Welfare in Chile and the EU: Shared Experiences and Future Objectives. Silvi Marina, Italia. Pp 27.

INN, Instituto Nacional de Normalización, Chile. 1994. Norma Chilena Oficial NCh. 1423. Of. 94. Ganado Bovino – terminología y clasificación.

INN, Instituto Nacional de Normalización, Chile. 2002. Norma Chilena Oficial NCh. 1306. Of. 2002. Canales de Bovino – definiciones y tipificación.

Kreikemeier K, A Unruh, T Eck. 1998. Factors affecting the occurrence of darkcutting beef and selected carcass traits in finished beef cattle. *J Anim Sci* 76, 388-395.

Mach N, A Bach, A Velarde, M Devant. 2007. Association between animal, transportation, slaughterhouse practices, and meat pH in beef. *Meat Science* 78, 232-238

Manríquez P. 2006. Efectos del transporte de novillos desde la IX región a la X región sobre el rendimiento de la canal, las contusiones, el glucógeno muscular y hepático, el pH y el color de la carne. *Memoria de título*, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile, Chile.

Moloney A, M Keane, M Mooney, K Rezek, F Smulders, D Troy. 2008. Energy supply patterns for finishing steers: Feed conversion efficiency, components of bodyweight gain and meat quality. *Meat Science* 79, 86-97.

Mounier L, H Dubroeuq, S Andanson, I Veissier. 2006. Variations in meat pH of beef bulls in relation to conditions of transfer to slaughter and previous history of the animals. *J Anim Sci* 84, 1567-1576.

Murray, A. 1989. Factors affecting beef colour at the time of grading. *J Anim Sci* 69, 347-355.

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. *Memoria de título*, Escuela de Ingeniería en Alimentos, Universidad Austral de Chile, Chile.

Palma V. 1990. Estudio de factores condicionantes de carnes de corte oscuro (D.F.D) en bovinos. *Memoria de titulación*, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile.

Palma V, C Gallo. 1991. Identificación de factores condicionantes de carnes de corte oscuro (D.F.D) en bovinos. Resúmenes XVI Reunión Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal. Pp 91.

- Pérez C, F Figueroa, A Barreras. 2008. Factores de manejo asociados a carne DFD en bovinos en clima desértico. *Arch Zootec* 57(220), 545-547.
- Roeber D, P Mies, C Smith, K Belk, T Field, J Tatum, J Scanga, G Smith. 2001. National market cow and bull beef quality audit-1999: a survey of producer-related effects in market cows and bulls. *J Anim Sci* 79, 658-665.
- SAG, Servicio Agrícola y Ganadero. 2007. Planteles de animales bovinos bajo certificación oficial. Manual de procedimientos N° 1.
- Scanga J, K Belk, J Tatum, T Grandin, G Smith. 1998. Factors contributing to the incidence of dark cutting beef. *J Anim Sci*, 76, 2040 – 2047.
- Stuardo L. 2005. Chile, frente al desafío de la aplicación de normas de bienestar animal: la experiencia del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). Proceedings of the Seminar Animal Welfare in Chile and the EU: Shared Experiences and Future Objectives, 26-27 de Septiembre 2005. Silvi Marina, Italia. Pp 43.
- Swanson JC. 1995. Farm Animal Well-Being and Intensive Production Systems. *J Anim Sci* 73(9), 2744-2751.
- Vidal R. 2007. Impacto económico del Bienestar Animal. 1er Curso – Taller de Capacitación en Bienestar Animal para Plantas Faenadoras de Carne, 06 Agosto de 2007. Valdivia, Chile. (Disponible en: <http://intranet.uach.cl/dw/canales/repositorio/archivos/1363.pdf> Consultado el: 07 de Enero de 2009).
- Vidal R, C Ferrando, A Köpfer, C Almuna. 2009. Pérdidas económicas ocasionadas por corte oscuro en ganado bovino. XXXIV Reunión de la Sociedad Chilena de Producción Animal (SOCHIPA). Pucón, Chile. Pp 235-236.
- Warriss P. 2000. Meat Science: an introductory text. CAB International Publishing. New York, USA.
- Wirth F. 1987. Tecnología para la transformación de carne de calidad anormal. *Fleischwirtsch. Español* 1, 22-28.
- Wulf D, R Emmett, J Leheska, S Moeller. 2002. Relationships among glycolytic potential, dark cutting (dark, firm, and dry) beef and cooked beef palatability. *J Anim Sci* 80, 1895-1903.

8. ANEXOS

Anexo 1.

Variable	Categorías	Codificación
pH	pH \leq 5,8	0
	pH > 5,8	1

SEXO	Hembra	<i>Ref</i>
	Macho	2

FECHA	Verano (Enero-Marzo)	1
	Otoño (Abril-Junio)	2
	Invierno (Julio-Septiembre)	3
	Primavera (Octubre-Diciembre)	<i>Ref</i>

CRONOMETRIA DENTARIA	Dientes leche	<i>Ref</i>
	2 dientes	1
	4 dientes	2
	6 dientes	3
	8 dientes	4

COBERTURA DE GRASA	Grasa 0	Omitido
	Grasa 1	1
	Grasa 2	<i>Ref</i>
	Grasa 3	Omitido

CONTUSIONES	0	<i>Ref</i>
	1	1
	2	Omitido

CONFORMACION	Buena	<i>Ref</i>
	Regular	1
	Mala	Omitido

CATEGORIA	V	<i>Ref</i>
	C	1
	U	2
	N	Omitido

	O	Omitido
	D	Omitido

PABCO A	Sí es	<i>Ref</i>
	No es	1

PROCEDENCIA	Predio	<i>Ref</i>
	Feria	2
	Corretajes	Omitido
	Otros	Omitido

CLASE	Novillito (DL y 2D)	<i>Ref</i>
	Novillo (4-6D)	1
	Toro (2D)	Omitido
	Toruno (4-6-8D)	Omitido
	Ternero (M, DL)	Omitido
	Buey (M, 8D)	Omitido
	Vaquilla (DL y 2D)	6
	Vaca (4, 6 y 8 D)	7

Anexo 2.

Figura 2.

Sexo	Frecuencias		
	pH \leq 5,8	pH $>$ 5,8	Total
Hembra	23.057	2.680	25.737
Macho	24.243	7.242	31.485
TOTAL	47.300	9.922	57.222

Figura 3.

Trimestre	Frecuencias		
	pH \leq 5,8	pH $>$ 5,8	Total
Verano	14.091	2.976	17.067
Otoño	11.524	2.964	14.488
Invierno	11.146	1.967	13.113
Primavera	10.539	2.015	12.554
TOTAL	47.300	9.922	57.222

Figura 4.

Clase	Frecuencias		
	pH \leq 5,8	pH $>$ 5,8	Total
Buey	11	1	12
Novillo	2.942	1.429	4.371
Novillito	21.197	5.781	26.978
Ternero	17	1	18
Toro	17	11	28
Toruno	6	5	11
Torito	53	14	67
Vaca	7.147	859	8.006
Vaquilla	15.910	1.821	17.731
TOTAL	47.300	9.922	57.222

Figura 5.

Cronometría dentaria	Frecuencias		
	pH \leq 5,8	pH $>$ 5,8	Total
D. Leche	19.540	3.534	23.074
2D	17.654	4.094	21.748
4D	6.457	1.776	8.233
6D	1.895	311	2.206
8D	1.754	207	1.961
TOTAL	47.300	9.922	57.222

Figura 6.

Grasa de Cobertura	Frecuencias		
	pH \leq 5,8	pH $>$ 5,8	Total
0	17	8	25
1	45.270	9.754	55.024
2	2.003	160	2.163
3	10	0	10
TOTAL	47.300	9.922	57.222

Figura 7.

	Frecuencias		
Contusiones	pH \leq 5,8	pH $>$ 5,8	Total
0	44.155	8.990	53.145
1	2.898	856	3.754
2	247	76	323
TOTAL	47.300	9.922	57.222

Figura 8.

	Frecuencias		
Conformación	pH \leq 5,8	pH $>$ 5,8	Total
Buena	41.038	8.398	49.436
Regular	6.199	1.477	7.676
Mala	63	47	110
TOTAL	47.300	9.922	57.222

Figura 9.

	Frecuencias		
Categoría	pH \leq 5,8	pH $>$ 5,8	Total
V	43.388	9.319	52.707
C	2.110	385	2.495
U	1.763	209	1.972
N	16	7	23
O	17	1	18
D	6	1	7
TOTAL	47.300	9.922	57.222

Figura 10.

	Frecuencias		
Plantel Origen	pH \leq 5,8	pH $>$ 5,8	Total
Pabco A	14.477	1.689	16.166
No Pabco A	32.823	8.233	41.056
TOTAL	47.300	9.922	57.222

Figura 11.

Procedencia	Frecuencias		
	pH ≤ 5,8	pH > 5,8	Total
Predio	28.776	4.955	33.731
Feria	13.426	3.920	17.346
Corretaje	4.688	953	5.641
Otros	410	94	504
TOTAL	47.300	9.922	57.222

Anexo 3.

Corte	Precio venta exportación (\$)	Precio venta mercado nacional (\$)	Precio venta trimming (\$)
Filete	20.351	12.569	-
Lomo liso	43.401	25.539	-
Lomo vetado	21.412	16.495	-
Posta negra	24.818	28.511	-
Posta rosada	17.250	20.251	-
Asiento	21.956	15.383	7.007
Posta paleta	11.274	17.062	7.439
Punta de ganso	4.698	4.044	2.390
Punta paleta	4.567	5.359	3.119
Ganso – pollo ganso	24.681	38.254	14.432
Sobrecostilla-huachalomo	14.895	17.945	10.854
Chocllillo	3.902	4.577	2.646
Entrecot filete-lomo	22.129	0	4.428
Palanca	2.206	2.518	1.283
Punta de picana	2.887	2.915	1.566
Tapabarriga	-	8.503	5.809
Tapapecho	-	11.902	8.448
Abastero especial	-	5.260	3.284
Asado carnicero	-	6.336	3.848
Plateada	-	8.154	4.952
Sobrecostilla	-	66	40
Huachalomo	-	41	26
Asado de tira 3 cm	-	111	51
Asado de tira 8 cm	-	113	52

9. AGRADECIMIENTOS

A Dios y la Matercita por ser esa luz que ilumina cada día y nos guía por el camino de la vida.

Agradezco a don Ricardo Vidal por su ayuda y paciencia; por todo el tiempo y dedicación; por la orientación y guía en lo profesional y personal; por los consejos y aportes; por la acogida y dedicación a pesar de sus múltiples labores y escaso tiempo libre.

A mis amigos, mi grupo de vida, las chanchittas, mis aliadas y la rama de Rodeo, con quienes gocé y compartí cada día la alegría de vivir, y quienes dejaron profundas huellas en mi corazón que nos mantendrán unidos toda la vida

A Jaime y la Mimí por haberme apoyado cada día, por preocuparse de las cosas prácticas, por esos ricos almuerzos y por toda la comprensión y apoyo en el campo.

A Carla Herrera por todo su apoyo y ayuda, por estar siempre dispuesta a resolver mis dudas e inquietudes con una sonrisa.

Al personal de Frigosor, especialmente Andrea Köpfer, Cristián Almuna, Jorge Gutiérrez, Alex Carabantes y Sergio Pérez por haberme permitido acceder a los datos de la empresa, así como también por su desinteresada entrega, sus comentarios y aportes.

A Marcelita Matus por la siempre buena disposición, cariño y eficiencia para resolver los problemas y dudas.

Al grupo de Bienestar Animal por la buena acogida y apoyo, en especial a la Dra Carmen Gallo por su siempre buena disposición, cariño y rápida respuesta frente a todas las inquietudes y solicitudes realizadas.

A la familia Trujillo – Barría por recibirme y acogerme con tanto cariño en su hogar.

A todo el personal de TodoAgro por el cariño, la acogida y el apoyo para poder terminar mis estudios.