



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL  
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS

MAESTRIA EN CIENCIAS VETERINARIAS  
MENCIÓN EN PROTECCIÓN DE LOS ALIMENTOS

EVALUACIÓN DE LAS CONTUSIONES Y DEL pH EN LAS  
CANALES BOVINAS Y DE SU RELACIÓN CON EL MANEJO Y EL  
BIENESTAR ANIMAL EN LAS ETAPAS PREVIAS A LA FAENA

Autor:

Med. Vet. Marianela Lunghi.

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGISTER  
EN CIENCIAS VETERINARIAS

Esperanza, 2016



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL  
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS  
MAESTRIA EN CIENCIAS VETERINARIAS  
MENCIÓN EN PROTECCIÓN DE LOS ALIMENTOS

EVALUACIÓN DE LAS CONTUSIONES Y DEL pH EN LAS CANALES  
BOVINAS Y DE SU RELACIÓN CON EL MANEJO Y EL BIENESTAR ANIMAL  
EN LAS ETAPAS PREVIAS A LA FAENA

Autor: Med. Vet. Marianela Lunghi.

TESIS DE MAESTRÍA

Director	Dr. José Luis Otero
Subdirector	Msc. Hilda Inés HENZENN
Miembros del Tribunal de Tesis	Dr. Antonio Velarde
	Dr. Luis Enrique Marti
	Msc. Roque Juan Gastaldi

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGISTER EN CIENCIAS VETERINARIAS

Esperanza, 2016

## **DEDICATORIA**

A mis papás, Beba y Carlos, porque gracias a ellos soy lo que soy...

A mi amor y a quien elegí como compañero de vida, Dani...

A las personas importantes de mi vida, que siempre estuvieron listas para brindarme toda su ayuda y nunca dejarme caer; ahora me toca regresarles un poquito de todo lo inmenso que me han dado.

## **AGRADECIMIENTOS**

- A toda mi familia, mami, papi, Mile, Anita, Luci, Da, por ayudarme en todo momento y darme fuerzas para seguir.
- A Dani, por la comprensión, amor y apoyar mis decisiones.
- Gracias a mis amigos a los que les he robado horas de compañía para llevar a cabo este trabajo y por estar ahí siempre.
- A mi Director José Luis Otero por brindarme su apoyo, experiencia y conocimientos, y por sobre todo confiar en mí.
- A mi Subdirectora Hilda Inés Henzenn, por el tiempo, enseñanzas, paciencia, respeto y dedicación, y por sobre todo amistad.
- Al Frigorífico Morteros S.A. por facilitarme las instalaciones y el equipamiento para llevar a cabo la totalidad de los muestreos realizados.
- A los integrantes de la Facultad de Ciencias Veterinarias por darme el lugar y el conocimiento.
- A todos mil gracias!!!

## INDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	1
Reseña del problema.....	1
Objetivos.....	4
Objetivo general.....	4
Objetivos específicos.....	4
Hipótesis.....	5
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	6
Bienestar Animal.....	6
Comportamiento bovino.....	7
Impacto e incidencia de la falta de bienestar animal.....	10
Hematomas.....	12
Mortalidad en el animal.....	12
Estrés en el animal.....	12
El transporte.....	16
Densidad de carga.....	21
Diseño de las rampas y corrales en Establecimientos	
Agropecuario.....	21
Cargas y descargas de ganado.....	22
Requerimientos para vehículos de transporte de ganado.....	23
Los mercados ferias.....	28
Factores del manejo animal en las etapas previas a la faena que	
afectan a la calidad de la carne.....	29
El descanso pre-faena.....	30
Calidad de la canal.....	31
Contusiones.....	32
Calidad de la carne.....	38
Aspectos a evaluar.....	39
Color.....	40
Marmoleado.....	41
Capacidad de Retención de Agua.....	41
pH.....	42
Evaluación de las contusiones.....	43
MATERIALES Y MÉTODOS.....	49
Caracterización del matadero.....	49
Caracterización del muestreo.....	52
Evaluación de la población muestral.....	57

Método Estadístico.....	62
RESULTADOS .....	66
Períodos de muestreo y datos climatológicos.....	66
Características de los animales.....	66
Caracterización del transporte.....	67
Caracterización de los transportes.....	67
Caracterización de la descarga.....	70
Descanso en matadero.....	70
Descripción de las contusiones.....	70
Modelo de regresión múltiple para Lesiones.....	89
Descripción del pH.....	91
Modelo de regresión múltiple para pH.....	101
DISCUSIONES.....	103
CONCLUSIONES.....	126
BIBLIOGRAFÍA.....	128

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II.1	Requerimientos de SENASA, según orden de servicio 02/04 del 2004.....	23
Tabla IV.1	Datos del tiempo observados durante los meses de muestreo.....	66
Tabla IV.2	Procedencia, distancias en kilómetros y tiempos del recorrido.....	68
Tabla IV.3	Cantidad de animales según el origen.....	69
Tabla IV.4	Características de los camiones.....	69
Tabla IV.5	Características de las contusiones.....	72
Tabla IV.6	Relación entre las características de las contusiones...	74
Tabla IV.7	Parámetros estadísticos de los expurgos realizados....	75
Tabla IV.8	Presencia de contusiones en machos y hembras.....	75
Tabla IV.9	Presencia de contusiones en las diferentes categorías..	77
Tabla IV.10	Presencia de contusiones según tiempo de transporte (en minutos).....	78
Tabla IV.11	Presencia de contusiones según distancia de transporte (en kilómetros).....	80
Tabla IV.12	Presencia de contusiones según la característica del transporte.....	81
Tabla IV.13	Presencia de contusiones según la característica de los rodillos del transporte.....	82
Tabla IV.14	Presencia de contusiones según origen de hacienda...	84
Tabla IV.15	Presencia de contusiones según exista o no mezcla de animales.....	85
Tabla IV.16	Presencia de contusiones según exista o no animales con cuernos.....	86
Tabla IV.17	Presencia de contusiones según densidad de carga...	87
Tabla IV.18	Presencia de contusiones según la densidad de corral..	88
Tabla IV.19	Parámetros estadísticos obtenidos mediante la aplicación de método de regresión múltiple.....	89
Tabla IV.20	Ecuación matemática obtenida mediante el modelo de regresión múltiple que expresa el valor de las lesiones en las canales como una función del tiempo de transporte, la distancia recorrida, las características del camión, la densidad del corral, la mezcla, la densidad de carga y la interacción existente entre la presencia de animales con cuernos con la densidad de carga.....	90

Tabla IV.21	Parámetros estadísticos del pH realizado en las medias reses.....	91
Tabla IV.22	Presencia de valores de pH en machos y hembras.....	92
Tabla IV.23	Presencia de pH en las diferentes categorías.....	93
Tabla IV.24	Presencia de pH según tiempo de transporte (en minutos).....	94
Tabla IV.25	Presencia de pH según distancia de transporte (en kilómetros).....	95
Tabla IV.26	Presencia de pH según las características del medio de transporte.....	96
Tabla IV.27	Presencia de pH según origen de la hacienda.....	97
Tabla IV.28	Presencia de pH según mezcla de animales.....	98
Tabla IV.29	Frecuencia pH según la densidad de la carga.....	99
Tabla IV.30	Presencia de pH según la densidad de animales en corral.....	100
Tabla IV.31	Parámetros estadísticos significativos obtenidos mediante la aplicación de método de regresión múltiple.....	102
Tabla IV.32	Ecuación matemática obtenida mediante el modelo de regresión múltiple que expresa el valor de pH como función de: ITH, Ayuno y la interacción de ambos.....	103

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico II.1	Visión del bovino. ....	8
Gráfico IV.1	Relación existente entre animales que poseen o no cuernos en los lotes mixtos.....	67
Gráfico IV.2	Frecuencia de animales según cantidad de contusiones.....	71
Gráfico IV.3	Forma de la Lesión.....	72
Gráfico IV.4	Color de lesión.....	72
Gráfico IV.5	Severidad de contusiones.....	73
Gráfico IV.6	Profundidad de las contusiones.....	73
Gráfico IV.7	Localización de las contusiones.....	73
Gráfico V.8	Frecuencia de animales machos y hembras lesionados según la cantidad de contusiones.....	76
Gráfico V.9	Frecuencia de animales lesionados según su categoría.....	78
Gráfico IV.10	Frecuencia de animales lesionados según el tiempo de transporte.....	79
Gráfico IV.11	Frecuencia de animales lesionados según distancia de transporte.....	80
Gráfico IV.12	Frecuencia de animales lesionados según características del transporte.....	82
Gráfico IV.13	Frecuencia de animales lesionados según características del transporte.....	83
Gráfico IV.14	Frecuencia de animales lesionados según origen de la hacienda.....	84
Gráfico IV.15	Frecuencia de animales lesionados según se mezclen o no animales.....	85
Gráfico IV.16	Frecuencia de animales lesionados según haya o no animales con cuernos.....	86
Gráfico IV.17	Frecuencia de animales lesionados según la densidad de carga.....	87
Gráfico V.18	Frecuencia de animales lesionados según la densidad de corral.....	88
Gráfico IV.19	Frecuencia de animales según el pH que presentaron.....	91
Gráfico IV.20	Frecuencia de animales machos y hembras según el intervalo de pH.....	92
Gráfico IV.21	Porcentaje de animales que presentan diversos intervalos de pH según su categoría.....	93
Gráfico IV.22	Frecuencia de pH de animales según el tiempo de transporte.....	94
Gráfico IV.23	Frecuencia de pH en animales según distancia de transporte.....	95
Gráfico IV.24	Frecuencia de pH en animales según las características del transporte.....	96

Gráfico IV.25	Frecuencia de pH en animales según origen de la hacienda.....	98
Gráfico IV.26	Frecuencia de pH en animales según si existe o no la mezcla de la hacienda.....	99
Gráfico V.27	Frecuencia de pH en animales según la densidad de carga en el camión.....	100
Gráfico IV.28	Frecuencia de pH en animales según la densidad de corral.....	101
Gráfico IV.29	Efecto del ayuno y el ITH sobre el pH.....	103

## RESUMEN

El bienestar animal tiene como objetivos satisfacer las necesidades del animal permitiendo su óptimo desarrollo, cumpliendo en él las cinco libertades. Algunos de los momentos más críticos son su transporte y su trato durante su estadía allí. Malos manejos provocan impactos negativos en los cortes carniceros ya sea por su menor valor o por su descarte. En el presente trabajo se analizaron 228 animales vacunos y sus respectivas canales, y se han medido parámetros como las características de los hematomas y el pH<sub>24</sub> de las reses. El muestreo se realizó en un matadero frigorífico, Categoría A del SENASA, durante un año. Los resultados señalan que el 88,6% de los animales presentaron alguna lesión, las más frecuentes fueron de forma irregular, de color rosada-roja, de 2 a 8 cm de diámetro, con una profundidad de grado 1 y en la región costo abdominal. El 48 % de los animales presentaron carnes con pH<sub>24</sub> superiores a 6,00. Mas del 50% de los animales que provenían de las ferias, el 33% de los que fueron mezclados y el 27% que sufrió sobrecarga en el transporte presentaron riesgos de carnes DFD. El tiempo y la distancia de transporte se correlacionaron positivamente sobre valores altos de pH. El modelo de regresión múltiple resultó significativo para predecir el valor del pH<sub>24</sub>, cuando relacionó el Ayuno, el Índice de Temperatura y Humedad (ITH) y la interacción entre ambos.

**Palabras claves:** Bienestar animal \* bovino \* canales \* contusiones \* pH<sub>24</sub>.

## SUMMARY

Animal welfare has as objectives satisfying the needs of the animals them to grow in the best conditions taking into account the five freedoms. Some of the most critical moments are their transport to the slaughterhouse and how the animal is treated while staying there. Bad handling may cause a negative impact on meat, either for its low price or for its discard.

In this work 228 animals have been evaluated as well as their corresponding carcasses and some parameters have also been assessed such as: bruises characteristics and pH<sub>24</sub>. The sampling was done in a slaughterhouse, category "A" of SENASA, during a period of a year. The results show that 88,6% of the animals presented some bruises; the most frequent ones being of irregular shape, pink-red in color, two or three centimeters of diameter and one grade deep in the abdominal-side area. Forty eight percent of the animals presented carcasses with pH<sub>24</sub> over 6,00 or DFD. More than 50% of the animals which came from livestock markets, 33% of those which were mixed up and 27% which suffered overloading while being transported had meat risk DFD. Time and distance of transportation correlated positively with high pH values. The multiple regression pattern was really important to predict the value of pH<sub>24</sub>, when both fasting and Temperature and Humidity Index (ITH), as well the interaction between both of them were related.

Key words: Cattle \* welfare \* carcass \* bruises \* pH<sub>24</sub>.

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **RESEÑA DEL PROBLEMA**

Las granjas animales tienen como objetivo la producción de alimentos para consumo humano, y los granjeros necesitan obtener beneficios de sus empresas. Teniendo en cuenta el comportamiento animal, la optimización de la producción podría alcanzarse más fácilmente (Jensen, P. 2004).

Cuando el hombre empezó a cuidar animales en cautividad, probablemente sus preocupaciones se limitaban a cómo evitar la huida y a la forma de mantenerlos vivos y sanos. Más adelante la preocupación se extendió a la población; cómo conseguir que los animales de granja produjeran más leche o más huevos, cómo aumentar el crecimiento y mejorar el período reproductivo. En dicha época, los trastornos del comportamiento y el estrés solo suponían un problema en los aspectos relacionados con la salud (Keeling, L. 2004; Jensen, P. 2004).

Los productores ganaderos progresistas saben que la reducción del estrés de sus animales mejora a la vez la productividad y la seguridad (Grandin, T. 2000a).

El bienestar animal tiene como objetivos satisfacer las necesidades del animal permitiendo su óptimo desarrollo, y para ello se deben cumplir en el animal las cinco libertades formuladas por el Farm Animal Welfare Council (Appleby, 2008):

- Ausencia de hambre y sed.
- Ausencia de molestias.

- Ausencia de dolor, heridas y enfermedad.
- Libertad para expresar el comportamiento normal.
- Libertad de miedo y angustia.

Este bienestar abarca la salud animal y las condiciones físicas en general, el estado psicológico y la habilidad para hacer frente a cualquier efecto adverso del ambiente en que se encuentra (Appleby, 2008); por lo tanto cuando el animal tiene dificultad para enfrentar dichos efectos, se dice que está estresado (Broom, 2005).

Si se considera el esquema de comercialización que se utiliza para el ganado bovino, incluyendo largos tiempos de transporte y operaciones de mercados ferias, más la espera en ayuno previo a la faena y las condiciones inadecuadas de manejo antes del faenamiento, podemos considerar que existe un alto riesgo de problemas de calidad de carne relacionada al estrés. Esto hace que los informes que se reciben de las plantas de faena sobre animales vacunos descontrolados y difíciles de manejar sean cada vez más habituales. El ganado descontrolado tiende a rendir más carne oscura (dark cutters), un defecto grave en la calidad, pues reduce el período de vida útil de los cortes en el anaquel del supermercado y también le da un color indeseable al producto (Grandin, T. 2000b).

La reducción del estrés durante la manipulación proporcionará ventajas de aumentar la productividad y el mantenimiento de la carne de calidad (Grandin, T. 1998). Si se piensa en la reducción, al manejo cuidadoso y calmo del ganado por parte de gente capacitada en buenas instalaciones, se reducen las contusiones y se contribuye a mantener la calidad de la carne (Grandin, T. 1996), por lo tanto no es sólo una cuestión de trato humanitario y eficaz en el procedimiento; sino de mayor calidad ética.

Se sabe que una forma indirecta de evaluar el bienestar animal es realizar una valoración de las contusiones y contusiones en las canales (Sandström, 2009).

Las contusiones cuestan a la industria de la carne vacuna de EE.UU. US\$ 1 por cabeza en animales de corrales de engorde y US\$ 3,91 por cabeza en vacas y toros. En Australia, las contusiones cuestan a la industria de la carne 36 millones de dólares australianos al año (Grandin, T. 1996).

El público adquiere una preocupación creciente por la manera en que se trata a los animales y el tratamiento de los animales caídos e incapacitados para moverse ha sido tema de debate en la televisión nacional de EE.UU., y el transporte del ganado es un asunto muy importante en Inglaterra (Grandin, T. 1996).

Los asuntos del bienestar animal, respecto a las industrias de producción cárnica o láctea, están incrementando la conciencia pública sobre los aspectos negativos del crecimiento intensivo del ganado, por lo que se está aumentando la presión comercial por dicha intensificación (Hall, S. 2004).

Para evaluar la relación entre la falta de observancia del bienestar animal y las pérdidas económicas que de ello surgen, se propone estudiar la tasa de mortalidad pre-faena, la disminución del rendimiento y de la calidad de la canal y los aspectos relacionados con alteraciones en la calidad de la carne (pH, apariencia y presentación).

## OBJETIVOS

### Objetivo general

Evaluar las contusiones en las canales y la evolución del pH postmortem, y establecer la relación existente con manejo y el bienestar animal previo a la faena.

### Objetivos específicos

- Estimar las frecuencias de: muertes, fracturas, heridas y mutilaciones; como consecuencias de la falta de aplicación de principios de bienestar animal sobre los animales bovinos en pie.
- Determinar la frecuencia de presentación de contusiones en las canales.
- Clasificar las contusiones y determinar la frecuencia según las características de las contusiones, con respecto a tamaño, forma, patrón, color, severidad y localización anatómica.
- Estimar la frecuencia de presentación de canales con valores de pH elevados (corte oscuro).
- Describir la relación existente entre las contusiones en la canal y/o pH elevado y el manejo previo a faena: transporte, descarga y manejo en matadero.

## HIPÓTESIS

- Los animales que viajan en transportes con una densidad de carga mayor o menor a la adecuada, presentarán mayor cantidad de contusiones y/o pH elevado.
- Los animales que deben ser transportados por largas distancias o mayor tiempo presentaran mayores signos de estrés y pH elevado.
- Los lotes en los cuales se hayan mezclado animales, ya sea en camión o corrales, serán los que presenten mayor número de animales con contusiones o pH elevado.
- Aquellos animales que se transporten en vehículos no adecuados (sin rodillos, en estado regular a malo de los pisos, techos, paredes etc.) presentarán mayores contusiones y corte oscuro en sus canales.

## **II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **BIENESTAR ANIMAL**

En los últimos tiempos, el bienestar animal ha adquirido cada vez mayor relevancia en todo el mundo, y muchos países y consumidores imponen exigencias legales y reglamentarias que determinan estándares de bienestar con los que se deben manejar los animales para poder comercializar sus derivados. Se sabe que el bienestar animal, según Aguilar, M.N y col (2012) se puede definir como “el estado de salud mental y físico de un animal en armonía con el entorno o medio ambiente”; por lo tanto, su cuidado e implementación va mucho más allá de cuestiones ecológicas y tiene una incidencia directa en la rentabilidad y la calidad de la carne (IPCVA, 2006).

De esta manera, los momentos críticos que se deben tener en cuenta son: el manejo del animal en el campo, su transporte del campo al frigorífico y su trato en el momento de la faena, algunos de ellos dependen del productor y otros de terceros. Un buen manejo en todos estos puntos se traduce en un beneficio económico. En cambio un mal manejo en cualquiera de estos eslabones de la cadena provoca un impacto económico negativo en los cortes carniceros ya sea por su menor valor o por su descarte (Gil y col; 2004)

Es cada vez más amplia la aceptación de criterios generales, como las “Cinco Necesidades”, según las cuales los animales deben ser libres de:

1. El hambre, la sed y la desnutrición.

2. El miedo y la angustia.
3. El sufrimiento físico y térmico.
4. El dolor, la enfermedad y las contusiones.
5. Manifestar su comportamiento normal (Appleby, 2008).

En síntesis, el bienestar animal es sinónimo del buen manejo. Si se cuida el manejo, nuestro país estará en condiciones de cumplir sobradamente con cualquier exigencia externa que tenga fundamento científico.

Para el ganadero, el bienestar de sus animales consiste en:

- Evitar el maltrato.
- Eliminar pérdidas.
- Reducir el riesgo de accidentes en el trabajo del ganado (IPCVA; 2006).

## COMPORTAMIENTO BOVINO

La etología es la ciencia que estudia el comportamiento animal desde el punto de vista científico, las personas que se dedican a la cría y manejo del ganado vacuno deben conocer los principios básicos del comportamiento natural que tienen estos animales ya que les facilitará su trabajo y disminuirá la posibilidad de sufrir accidentes, además de ayudar a realizar un manejo más tranquilo del animal (Consigli, R.I y col, 2009).

El bovino es un animal de manada, no es un ser de comportamiento individual y de carácter dominante; instintivamente tiende alejarse de las especies predatoras o

dominantes; el ganado bovino, como otras especies de pastoreo y rebaño, son especies presas (Garzón, M. A. T. y Acosta Barbosa, J. M.; 2006).

Para ayudarlos a evitar a los predadores, los bovinos tienen una **visión** de ángulo amplio y panorámico (Chambers, P.G. y Grandin, T., 2001; Aguilar, M.N y col, 2012); pero de visión frontal limitada, normalmente tienen dificultad para ver relieves en el piso; tienden a moverse de áreas más oscuras a áreas más iluminadas (ver imagen) (Huertas, S.M).

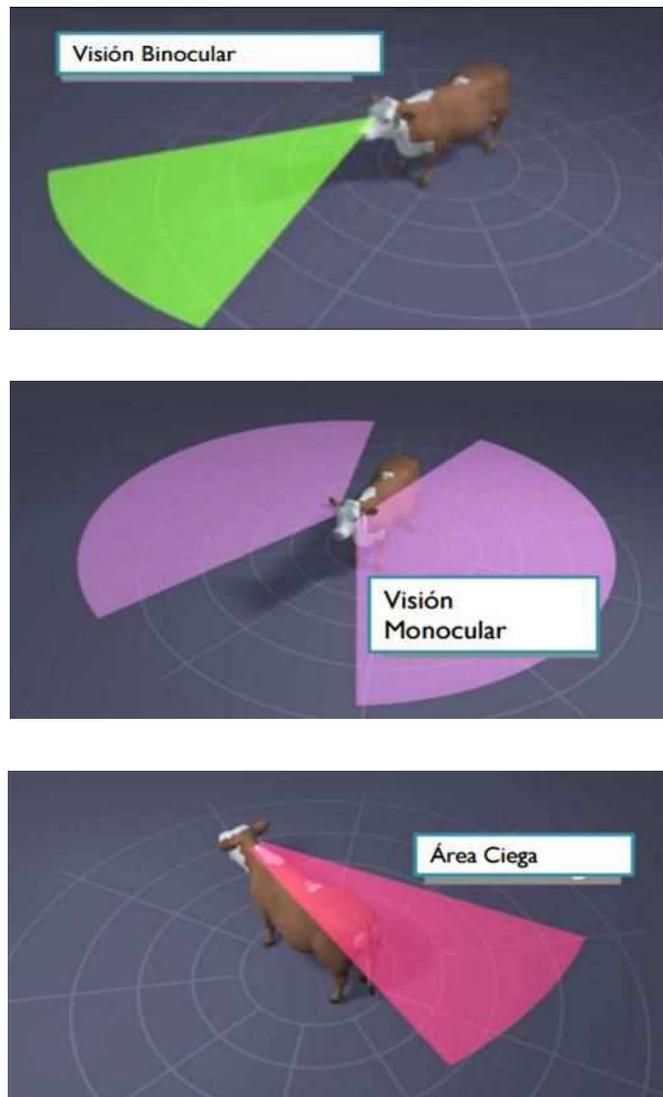


Gráfico II.1: Visión del bovino (Fuente: Huertas, S.M)

También pueden identificar colores y la misma es dicromática, la cual puede brindar una mejor visión nocturna y ayudar en la detección de movimientos; con conos de máxima sensibilidad a la luz amarillo-verdosa y azul-purpúrea (Hugues, B. y col, 2008). Además es sistema visual de estos es muy sensible al movimiento y al contraste de luz y oscuridad, pero pueden tener dificultad en focalizar rápidamente objetos cercanos, debido a la debilidad de los músculos oculares. Los bovinos tienen una fuerte tendencia a moverse de zonas pobremente iluminadas a otras áreas más iluminadas. Sin embargo, rehúyen a la luz cegadora (Grandin, 2000a).

Los animales son sensibles a los **sonidos** de alta frecuencia y a veces sin que estos sean percibidos por nosotros, como silbidos, alaridos y ruidos metálicos, por lo que a la hora de trabajar con ellos, se recomienda utilizar sonidos suaves como las vocalizaciones amigables por parte del personal. Los gritos, resoplidos y silbidos en general cansan a todos los que están trabajando en el corral y no ayudan mucho, sólo asustan más a los animales. Es importante mencionar que los animales también se comunican entre sí, y un animal asustado puede comunicar y estresar al resto del grupo e inclusive a otros grupos a través de vocalizaciones de estrés (Aguilar, M.N y col, 2012)

Además se atemorizan con las novedades cuando repentinamente confrontan con ellas. Este es un factor estresante porque puede significar peligro para una especie presa y así estos animales evitarán un repentino cambio en la construcción de un vallado o en la textura de un piso, como también las sombras, drenajes y charcos impedirán el movimiento de vacunos (Grandin, 2000a).

La "**zona de fuga**", según la Asociación de Sacrificio Humanitario (HSA) (2013) es un concepto utilizado para describir un círculo o espacio en torno a un animal, que en caso de ser invadido, provoca que el animal se aleje, el tamaño de dicha zona dependerá de la raza de animal y de su experiencia previa; las acciones del operario también pueden afectar al tamaño de la zona de fuga: un operario ruidoso y agresivo incrementará la zona de fuga frente a un operario calmado y seguro de sí mismo que podrá acercarse mucho más al animal. Un aspecto importante de la zona de fuga es el punto de equilibrio, se encuentra en el lateral del animal, justo detrás de su hombro, cuando el operario está a nivel con el animal en ese punto, el animal no se moverá ni hacia delante ni hacia atrás. El conocimiento de la zona de fuga ayuda a la hora de trasladar y controlar tanto a animales solos como en grupo.

#### IMPACTO E INCIDENCIA DE LA FALTA DE BIENESTAR ANIMAL

Muchas de las prácticas utilizadas en la cría de ganado cuestionan al menos una de las necesidades del animal, los terneros que se separan de sus madres y son criados para la producción de carne exhiben muchos comportamientos anormales, como conductas de alimentación inapropiada, y cuando crecen exhiben una conducta de monta excesiva, lo que provoca contusiones y retraso en el crecimiento (Hall, S. J. G, 2004).

En el caso de un individuo el término "bienestar" se refiere al estado en relación con su entorno, y se pueden mencionar algunos indicadores de pobre bienestar: deterioro del crecimiento, alteraciones en la reproducción, daño corporal, enfermedad, inmuno supresión, depresión de la actividad adrenal, anomalías de comportamiento, y la auto-

narcotización (Broom, 1991), es por ello que un principio básico del manejo de animales es evitar su excitación. Luego de un manejo brusco, pueden pasar hasta 30 minutos antes de que un animal se calme y se normalice su ritmo cardiaco (Chambers, P.G. y Grandin, T., 2001).

Cabe mencionar que si un animal tiene una necesidad, su estado de motivación se ve afectado de manera que el comportamiento y las respuestas fisiológicas, deberían dar lugar a remediar esa necesidad. Este puede tener éxito en sus intentos para hacer frente a las condiciones en que se encuentra. Como también puede fallar, ya que su estado físico se reduce, evidenciado por la muerte, falta de crecimiento o no se reproducen (Broom, 1991).

Implementar buenas prácticas ganaderas no sólo logra una mejora del bienestar de los animales sino también para el personal de campo, que se siente más cómodo y seguro en su trabajo. Esto se refleja directamente en la rentabilidad del establecimiento agropecuario, al disminuir los accidentes de trabajo y daños de las instalaciones (disminuimos los costos) y al tener mejores resultados productivos (aumentamos los ingresos). Las buenas prácticas ayudaran a incrementar la cantidad y calidad de carnes, manteniendo directamente el empleo rural, beneficiando a la región y al desarrollo del territorio. Es por esto que la atención al bienestar animal traerá mayores beneficios a toda la sociedad Argentina (Aguilar, M.N y col, 2012).

Es cierto que, no se puede saber con exactitud el sentir de los animales para medir su bienestar, pero sí se puede reconocer el comportamiento y las respuestas fisiológicas, y se puede medir el grado de daño del tejido del cuerpo, por ejemplo.

**Los hematomas**, se producen por la acumulación de la sangre procedente de los vasos sanguíneos. El tejido dañado por lo tanto aparece poco atractivo y normalmente se recorta y se elimina, reduciendo el rendimiento de la canal además de conducir, con frecuencia a un descenso de la categoría de la canal.

Aparecen en el vacuno por el deslizamiento y caída de los animales, o por medio del empleo inadecuado de arreadores. Una causa importante a tener en cuenta en bovinos es el comportamiento agonístico, como los topetazos y las montas, que ocurren cuando se mezclan animales de diferentes explotaciones. La aparición de dichos hematomas, con frecuencia, son provocados por el intento de conducir a los animales de un modo rápido, en particular sobre suelos deslizantes o quebrados. Las densidades animales demasiado altas o bajas durante el transporte provocan igualmente la aparición de hematomas. (Warriss, 2003)

**La muerte** de los animales durante el transporte o en los corrales de espera es un claro indicador de falta de bienestar animal durante el periodo ante mortem. Existen numerosos factores ambientales y de manejo que están relacionados con la mortalidad; por ejemplo, la mezcla de grupos sociales en cualquier etapa, las condiciones del transporte, la descarga y los movimientos durante la espera, sin olvidar el manejo de los encargados de estas faenas (Fabregas y col; 2003).

**El estrés** o la angustia se definen como un estado anormal en el que los animales tienen que hacer adaptaciones fisiológicas extremas que no siempre tiene consecuencias desfavorables sobre estos (Costa, 2009); a su vez es un término amplio que implica una amenaza a la que el cuerpo necesita para adaptarse (Von Borell, E. H. 2001). Es decir, que es una sucesión de eventos que incluyen un estímulo (estresor), una reacción en el

nivel de sistema nervioso, debido al estímulo (percepción de estrés) y fisiológicos con la activación de la "lucha o huida" del sistema (respuesta de estrés) (Costa, L.N. 2009).

Los animales pueden presentar tanto el estrés psicológico (retención, manipulación, o por su novedad) o estrés físico (hambre, sed, fatiga, contusiones, o temperaturas extremas) (Grandin, 1997, Costa, L.N. 2009).

La temperatura ambiente efectiva de confort para el ganado es definida como el estado constante de temperatura corporal, la cual puede ser mantenida sin necesidad de ajustes fisiológicos o de comportamiento. Por esta razón el promedio de la temperatura ambiente es generalmente considerado como la principal medida térmica utilizada para estimar confort; la humedad relativa es considerada un factor de potencial estrés en el ganado, ya que acentúa las condiciones adversas de las altas temperaturas, sus principales efectos se asocian con una reducción de la efectividad en la disipación de calor por sudoración y respiración. Por esta razón un índice que da cuenta de ambos factores, temperatura y humedad, fue desarrollado originalmente para ser utilizado en seres humanos y extendido posteriormente al ganado. El índice de temperatura-humedad (ITH) ha llegado a ser un estándar en las prácticas de manejo del ganado, existiendo una tabla de rangos que permiten predecir riesgos de estrés (Arias R.A. y col, 2008)

El miedo puede ser un importante factor de estrés psicológico en ganado criado extensivamente (Grandin, 1997).

El transporte, el ayuno y los manejos como el arreo producen diversos grados de estrés en los animales, que según la duración e intensidad del estímulo desencadenan respuestas del tipo conductual y del tipo fisiológico que afectan estructuras somáticas y

viscerales, provocando alteraciones metabólicas, endocrinas y nerviosas (Gallo y Tadich, 2005).

Las diferencias genéticas dentro de una misma raza pueden afectar la reacción de estrés durante el manejo (Grandin, 2000a).

Los factores genéticos, como el temperamento interactúan en formas complejas, como experiencias y aprendizajes anteriores, para determinar cómo va reaccionar durante un procedimiento de manejo especial. El temperamento en el ganado es un rasgo hereditario que puede afectar la reacción del animal al manejo, al igual que las características fenotípicas están también relacionadas con el temperamento; es decir que los animales con un temperamento muy excitable pueden tener mayores dificultades para adaptarse a repetir los procedimientos no dolorosos de manejo comparado con un ganado de temperamento más tranquilo (Grandin, 1997).

El ganado bovino no se adapta fácilmente a procedimientos severos que le causen dolor o a una serie de tratamientos continuados que no le den tiempo suficiente para serenarse entre los sucesivos trabajos (Grandin, 2000a).

Por ejemplo, la novedad es un factor de estrés muy fuerte, ya sea en la naturaleza, en lugares de interés, el ganado se niega a sombras o a las diferencias en el suelo durante el movimiento a través de instalaciones para el manejo; ellos son muy atentos y reaccionan ante cualquier lugar y sonidos desconocidos. Sin embargo, no se habitúan a los procedimientos que son muy desagradables; el cual puede ser muy desagradable, sin ser doloroso (Grandin, 1997).

Existen dos tipos de estrés, uno llamado estrés agudo o corto que dura minutos, horas o unos pocos días, mientras que el estrés crónico persiste por meses o años (Costa,

2009), el cual habiendo sido demostrado que los bovinos que exhiben estrés fisiológico crónico por varios días antes de ser faenado fueron más propensos a contusiones (McNally y Warriss, 1996). Cuando se prolonga por muchas horas, haciéndose crónico y con una intensidad sostenida, puede ser dañino y el animal no puede hacerle frente (Costa; 2009), por lo que la cantidad de glicógeno al momento del sacrificio es tan baja que no disminuye en las 24 horas después del sacrificio. En este caso la carne presenta un aspecto oscuro, seco y firme, afectando negativamente la apariencia (McNally y Warriss, 1996). En estas circunstancias el crecimiento bacteriano es favorecido, especialmente si las condiciones de conservación no son las adecuadas. Este defecto se conoce como carne seca, firme y oscura (DFD), siendo más frecuente en músculos oxidativos. Estos son efectos directos sobre el bienestar animal y también sobre la producción cuantitativa y cualitativa de carne (Gallo y Tadich, 2005). Si los procedimientos previos a la matanza no son realizados de manera tal que puedan reducir el estrés tanto como sea posible, las consecuencias pueden ser extremadamente serias: mortalidad, pérdida de peso, morbilidad y pérdida de calidad de la canal y de la carne (Costa, 2009).

La adaptación al estrés induce una amplia gama de cambios fisiológicos y de comportamiento que permiten una rápida recuperación o adaptación al cambio (Von Borell, E. H. 2001).

Se descubrió que los estímulos perjudiciales diversos (estrés), tales como el dolor, el hambre, la sed, condiciones climáticas severas, o agentes nocivos causan cambios fisiológicos en el animal que podría conducir a un estado patológico a largo plazo. La respuesta no específica a los factores de estrés como la liberación de las hormonas suprarrenales se definió como un estado de estrés (Von Borell, E. H. 2001).

Un estímulo amenazador (factor estresante), produce principalmente dos tipos de respuesta fisiológica. Una es la activación de la rama simpática del sistema nervioso autónomo y la otra consiste en un aumento es la secreción de la hormona hipofisaria ACTH (hormona adrenocorticotropa), regulada por el factor CRH (hormona liberadora de corticotropina) (Keeling, L; Jensen, P. 2004).

Las medidas fisiológicas comunes de estrés son el cortisol, endorfina beta, y la tasa del corazón. Con respecto al cortisol es un indicador útil de tensión en corto plazo de los procedimientos de manipulación. (Grandin, 1997); la medición de sus niveles ha demostrado que los animales pueden llegar a acostumbrarse a los procedimientos habituales de manejo. Tras sufrir un estrés severo por mal manejo, se necesitan más de 30 minutos para que el ritmo cardíaco vuelva al nivel habitual (Grandin, 2000a).

Es importante destacar que los efectos del transporte y el eventual estrés sobre el bienestar animal se pueden medir mediante indicadores fisiológicos y de comportamiento de los animales. Los efectos cuantitativos y cualitativos sobre la producción de carne se miden en general a través de los cambios de peso vivo y de la canal, el daño en las canales (contusiones) y las alteraciones el pH y color de la carne (Gallo y Tadich, 2005).

## EL TRANSPORTE

Una alta proporción de animales de producción son transportados en alguna etapa de sus vidas, a veces a diferentes sitios de estadía o a diferentes dueños y finalmente al matadero (Broom, 2005). El transporte puede realizarse por carreteras, ferrocarril, vías

fluviales, mar o aire, y para crianza, engorde o faena de los animales (Tarrant y Grandin, 2000).

Dependiendo de la especie animal y del país, hay diferencias significativas en el número de veces y en las condiciones bajo las cuales los animales son transportados. Por ejemplo, en los Estados Unidos y Europa, las aves son usualmente transportadas por cortas distancias porque la producción está a menudo integrada y manejada por la misma compañía. En cambio los bovinos son frecuentemente transportados por largas distancias. Una gran proporción de los vacunos criados en Francia son sacrificados en países vecinos, como Italia y España. Tanto en Europa como en los Estados Unidos, los terneros y vacunos jóvenes son a menudo transportados cientos de kilómetros hasta los feedlots (Dalla Villa y col., 2008).

En Sudamérica los animales domésticos destinados a la faena raramente son exportados, por lo cual el transporte ocurre principalmente dentro de los países, hacia los mercados de remates o a los mataderos y principalmente es por vía terrestre (Gallo, 2008).

Se debe considerar al transporte como una serie compleja de operaciones que incluyen el manejo, el uso de elementos de arreo, la carga, el viaje, la descarga en el matadero, el hacinamiento tanto en camiones como en corrales y el tiempo de descanso en corrales el sacrificio. Previo a la faena existe un manejo en el área de descanso, y durante la conducción de los animales hasta la zona de insensibilización y en el momento de la aplicación de un método apropiado de aturdimiento. Ninguna de estas prácticas es parte de las experiencias normales de los animales, por lo tanto son grandes estresores, ya sea de orden físico como psicológico, que pueden resultar en un pobre

bienestar animal y en pérdidas económicas (Tarrant y Grandin, 2000; Gallo y Tadich, 2005).

El transporte es, por su naturaleza, un evento no familiar y amenazante en la vida de un animal doméstico, involucra una serie de situaciones como se mencionó, que pueden conducir a disestrés, contusiones y aún la muerte del animal, al menos que ese transporte sea apropiadamente planeado y llevado a cabo (Tarrant y Grandin, 2000; Gallo y Tadich, 2005; Grandin, 2008).

Algunos de los estresores físicos incluyen: falta de alimento y agua, condiciones térmicas extremas, variaciones extremas en luz y sonidos, y ejercicio muscular relacionado con el manejo desde la granja al matadero, con el esfuerzo para mantenerse parados durante el viaje, y con las reacciones frente a las nuevas condiciones sociales (interacción agresiva, montas, luchas, escapes, etc.). En cambio el estrés psicológico está producido por el manejo, los movimientos y la inmovilización a los cuales no están acostumbrados, así como por la exposición a nuevas condiciones en términos de grupos sociales (mezcla de grupos de animales de distinto origen), personal, olores, ruidos, vibraciones. También son forzados dentro de vehículos por gente que nunca han visto, mezclados a menudo con animales que no les son familiares, rodeados por un ambiente que los estresa, como confinamiento, etc., que indudablemente aumentan su discomfort (Tarrant y Grandin, 2000, Gallo y Tadich, 2005; Costa, 2009; Dalla Villa y col., 2008).

El estrés por calor es una de las principales causas de malestar, el suministro de electrolitos puede reducir los efectos adversos y la ventilación mecánica es esencial. Monitoreo de la humedad en combinación con la temperatura permitiría que un sistema

de rastreo para automáticamente calcular el índice de temperatura-humedad (ITH) (EFSA, 2011).

Algunos estudios han demostrado que hay otros factores ambientales que afectan el bienestar animal durante el transporte, particularmente los movimientos y las vibraciones resultantes de carreteras con numerosas curvas o una conducción sin cuidados, siendo el estrés térmico el principal problema de los animales transportados (Dalla Villa y col., 2008).

Otros problemas encontrados incluyen sobrecarga para reducir costos de transporte, empeorado por un diseño inadecuado y un pobre mantenimiento de las instalaciones de manejo y de los vehículos de transporte (Gallo, 2008).

El transporte puede producir también un incremento de las enfermedades. Puede haber daño o mal función de tejidos, efectos de patógenos ya presentes en el animal, pero que por efecto del transporte se hacen evidentes, y enfermedades por patógenos transmitidos entre los animales transportados (Broom, 2005).

El tiempo de transporte es generalmente más importante que la distancia recorrida (Knowles, 1999). A mayor tiempo de transporte hay mayor alteración de las variables sanguíneas indicadoras de estrés, tales como un incremento significativo de las concentraciones basales de cortisol y glucosa sanguínea (Gallo y Tadich, 2005), siendo ésta una respuesta física de los bovinos al transporte, que generalmente incluye un aumento en la temperatura corporal y en las frecuencias cardíaca y respiratoria. El eje pituitario-adrenal es activado, con un incremento asociado en los niveles circulantes de cortisol, glucosa y ácidos grasos libres. El nivel de enzimas musculares en sangre se incrementa, indicando que hay ejercicio muscular, y el sistema inmune es afectado.

Por lo tanto, la respuesta física de los bovinos al transporte generalmente incluye un aumento en la temperatura corporal y en las frecuencias cardíaca y respiratoria; a su vez el eje pituitario-adrenal es activado, con un incremento asociado en los niveles circulantes de cortisol, glucosa y ácidos grasos libres; el nivel de enzimas musculares en sangre se incrementa, indicando que hay ejercicio muscular, y el sistema inmune es afectado; el nivel plasmático de creatinquinasa se incrementa indicando fatiga física (Knowles, 1999). También se incrementa el ácido láctico (Villaruel y col., 2003).

Un tiempo prolongado de transporte del establecimiento productor hasta el matadero tiene efectos negativos sobre la calidad de la carne (Villaruel y col., 2003).

La duración de los viajes varía entre 1 a 12 horas, aunque ocasionalmente puede alcanzar las 60 horas. En bovinos y en ovinos, es común que la duración del viaje aumente debido a intermediarios comerciales, o demoras como consecuencia de condiciones climáticas desfavorables o malas condiciones de las carreteras (Gallo, 2008).

En general, los bovinos son capaces de resistir bien hasta 24 horas de transporte bajo buenas condiciones y no se justifican los descansos con descarga en este período, ya que el estrés adicional de descargar y cargar nuevamente es más negativo (Gallo y Tadich, 2005). En Europa se recomienda que los tiempos de viaje y descanso no exceda de 29 horas (EFSA, 2011).

Es necesario recordar que si bien el ayuno prolongado por sí solo (en corrales, sin transporte) no tiene un efecto significativo en rumiantes, el ayuno en combinación con el transporte prolongado resulta perjudicial para el bienestar animal. Al tiempo de viaje se le suman varias horas adicionales de espera, previo a la carga de los animales en el

predio de origen y luego de la descarga, debido al reposo obligatorio, lo cual puede insumir más de 60 horas de privación de alimentos (Gallo y Tadich, 2005).

Pero no está claro cuán largo debe ser el viaje para que afecte los aspectos de la carne apreciados por el consumidor. La opinión corriente es que los viajes cortos (menos de 4 h) tienen poco efecto sobre el pH<sub>24</sub> en la medida que las condiciones sean buenas y no haya traumas (Villarroel y col., 2003).

Como resultado de todo lo expuesto, es común que todos los factores estresantes relacionados con el transporte afecte a todas la áreas consideradas en la “cinco libertades” del bienestar animal (Appleby, 2008) y existen varios indicadores sobre los que apoyarse para evaluar las condiciones en las que los animales son transportados (EFSA, 2011; Marahrens, M. y col, 2011).

Altos costos financieros han ocurrido en la industria ganadera como resultado de las contusiones a los animales y por ende a las canales durante el transporte. Las contusiones en las canales han causado pérdidas estimadas en 11.73 dólares por animal, debido a la pérdida de carne y devaluación de las canales afectadas.

Las contusiones pueden ocurrir en cualquier etapa en la cadena el transporte y pueden atribuirse a mal diseño de las instalaciones, trato ignorante y abusivo hacia los animales por parte el personal e inadecuadas práctica de conducción e los vehículos (Tarrant y Grandin, 2000).

### **Densidad de carga:**

Ha habido un considerable debate sobre si el ganado debe ser transportado en un nivel relativamente alto o medio de densidad, como para minimizar el movimiento y

prevenir las caídas mientras el vehículo está en movimiento, o darles el espacio suficiente para que puedan acostarse y levantarse sin el riesgo o temor, de la lesión(EFSA, 2011).

Se debe mencionar también que la densidad de carga usada en la práctica varía ampliamente y depende de muchas variables tales como el transportista, el tamaño, edad y tipo de animales, la distancia, el camión, la temperatura ambiente y el número de animales disponibles para cargar (Knowles, 1999).

Cuando se especifican las dimensiones mínimas para el ganado en el transporte se puede hacer uso de la ecuación alométrica:  $A \text{ (m}^2\text{)} = KW \text{ (kg)}^{2/3}$ . Esta ecuación relaciona el volumen del cuerpo (A) a la masa (W). Para el ganado de 400 kg esta calcula una necesidad de espacio de 1,16 m<sup>2</sup>/animal. (EFSA, 2011). Gallo y Tadich (2005) recomiendan como máximo 360 Kg/m<sup>2</sup> para el ganado adulto y consideran altas las densidades sobre 400 Kg/m<sup>2</sup>, donde hay mayor predisposición del ganado a caer. La disponibilidad debe aumentarse cuando se trata de bovinos con cuernos, hembras preñadas o cuando se debe abreviar y alimentar a los animales en el vehículo. Para los terneros la disponibilidad debe aumentarse en consideración a que ellos, a diferencia del ganado bovino adulto ya que prefieren viajar echados.

Si ocurren densidades de carga mayores a 600 Kg/ m<sup>2</sup> un bovino adulto no es capaz de adoptar la orientación preferida, en sentido longitudinal o transversal a la dirección del camión, debido a que se encuentran hacinados, los animales son incapaces de ajustar su posición para mantener el balance, y como resultado sufren más caídas, contusiones y daño general a las canales que los bovinos transportados en densidades menores.

Sumado a esto, el cortisol plasmático, la glucosa y la creatinquinasa aumentan con el incremento de la densidad de carga, sugiriendo mayor estrés y fatiga (Knowles, 1999).

Sin embargo, cuando se transporta ganado con cuernos pueden requerir más espacio, por lo que el espacio disponible de piso generalmente se incrementa en aproximadamente un 5-7% en los animales con cuernos y los hematomas se reducen si tienen 10% más de espacio. (EFSA, 2011).

En nuestro país, el Servicio Nacional de Calidad Agroalimentaria (SENASA), ha establecido los requerimientos de densidades de carga según pesos y características fenotípicas, las cuales se detallan en la Tabla II.1.

<b>Novillos o vacas terminados para faena</b>	<b>Astados o con cuernos recortados (más de 10% de la tropa).</b>	<b>Sin cuernos (mochos)</b>
<b>PESO PROMEDIO Kg.</b>	<b>SUPERFICIE POR CABEZA m<sup>2</sup></b>	<b>SUPERFICIE POR CABEZA m<sup>2</sup></b>
360	1,01	0,96
450	1,20	1,11
540	1,42	1,35
630	1,76	1,67
<b>Terneros</b>	<b>Invierno</b>	<b>Verano</b>
<b>Peso en Kg.</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>m<sup>2</sup></b>
50	0,16	0,23
70	0,21	0,28
90	0,30	0,40
100	0,36	0,46
150	0,50	0,60
200	0,62	0,73
300	0,86	0,96

Tabla II.1. Requerimientos de SENASA, según orden de servicio 02/04 del año 2004.

También, según la normativa del SENASA, tanto las rampas como los corrales deben ser construidos de tal modo que no les causen injurias a los animales, por lo tanto se debe considerar que:

- Las rampas deben ser suficientemente anchas para permitir el paso de animales maduros, con cuernos, sin obstáculos.
- Teniendo en cuenta que los animales se mueven con más facilidad hacia arriba, que hacia abajo, las rampas deben ser horizontales o con pendiente ascendente.
- La máxima inclinación hacia abajo no debe exceder los 20° y para terneros no más de 12°.
- Todas las superficies de rampas y corrales deben ser construidas con material antideslizante. Si es de concreto, se permiten escalones para mantener la estabilidad cuando la rampa está mojada.
- Las rampas portátiles, o adaptables deben ser equipadas con dispositivos de anclaje al transporte.
- Todos los perfiles o guías interiores deben ser lisos sin proyecciones filosas que puedan causar heridas o traumatismos.
- Una plataforma externa lateral a la rampa facilitará las operaciones a los asistentes.
- La alineación de los transportes con las rampas es fundamental para evitar accidentes durante las cargas.

En cuanto a las cargas y descargas del ganado SENASA en su orden de servicio 02/04 determina que:

- Las personas responsables de la carga y el transporte de ganado deben tener un conocimiento básico del comportamiento y de las necesidades físicas de los animales.

- Las cargas deben ser planificadas con tiempo para poder realizar una tarea rápida y cuidadosa, tratando de no causarles estrés e injurias a los animales.

- El que supervisa la carga debe evitar que posibles espectadores perturben la carga tranquila de los animales y debe haber cantidad suficiente de operarios para facilitarla.

- Debe excluirse el uso de látigos o bastones como métodos para mover el ganado. Las picanas eléctricas aprobadas por el SENASA (de no más de 50 voltios) no deben usarse rutinariamente, sino como excepción y en tanto los animales tengan lugar para moverse.

- Las puertas de las jaulas deben alinearse con las rampas, con el piso y con los laterales, sin dejar espacios libres para evitar injurias.

- Los camiones deben ser cargados preferentemente por la puerta trasera, para reducir resbalones y contusiones, evitando giros en 90°.

- Durante la descarga deben ser tomadas las mismas precauciones que para la carga.

- Los animales deben ser descargados tan pronto como sea posible a su arribo al lugar de destino.

Debido a que es menester preservar de todo deterioro a los animales que se trasladan, a los efectos de salvaguardar el patrimonio ganadero de nuestro país, como así también aquellos aspectos referidos a la sanidad animal, y a que se hace necesario incrementar

las medidas tendientes a asegurar el bienestar de los animales durante su transporte; es que el SENASA crea el Registro Nacional de Medios de Transporte de Animales ( Res. 97/99), con los requisitos que deberán cumplimentar los transportes según especie.

A continuación se citarán los conceptos más relevantes de dicha resolución:

- Los vehículos destinados al transporte de animales, chasis, camión y acoplado o semirremolque, estarán diseñados y contruidos de manera que los animales sean embarcados y desembarcados fácilmente y la aireación sea adecuada con el clima y los requerimientos de las especies de que se trate, fáciles de lavar y desinfectar, debiendo ajustarse a las siguientes condiciones:

a) El piso debe ser de material metálico u otro similar liso, al que se le adosará una malla cuadrículada rígida con propiedad antideslizante para los animales, y rebatible que facilite su lavado y el escurrimiento de los residuos sin que las deyecciones caigan al exterior durante el transporte, a cuyo efecto, la última tabla lateral en contacto con el piso debe poseer un mecanismo que la haga móvil, debiendo quedar asegurado su cierre durante el transporte.

b) Los paramentos serán metálicos o de otro material apropiado, de modo que las entabladuras correspondan a un solo plano vertical sin ganchos, tuercas o cualquier saliente que pudiera dañar a los animales. Cuando su construcción lo permita, deberán tener rinconeras, salvo cuando no existan ángulos, construida con material igual que los paramentos internos y con iguales características.

c) Las puertas deben estar dispuestas en forma tal que permitan la fácil salida y entrada de los animales. Las puertas en guillotina ofrecen fácil manejo y seguridad, siendo aconsejable la doble puerta en guillotina con ubicación trasera, a las unidades provistas

con puertarampa se les adosará una malla cuadriculada de material rígido con propiedad antideslizante para los animales y rebatible.

d) Los laterales deben tener un número suficiente de aberturas en cada uno de sus lados de modo tal que permitan la circulación del aire. Deberán colocarse sin salientes que pudieran dañar a los animales, y serán rebatibles para facilitar su lavado y desinfección.

e) Quedan permitidas las divisiones internas a los efectos de separar animales, las mismas deben ser resistentes, de material metálico u otro similar apropiado y permitirá un cierre adecuado a fin de evitar desplazamientos.

f) Estarán provistos en la parte central del techo, de una tabla que permita la movilización del personal que atiende al ganado.

g) Deberán tener techo protector o cubierta adecuada, para los casos que sea necesario proteger a los animales por razones climáticas ambientales.

- Los vehículos destinados al transporte podrán constar de dos pisos. La separación entre ambas secciones deberá estar construida de manera tal que no permita el paso de las deyecciones provenientes de los animales alojados en el piso superior.

A su vez SENASA (2004), en su orden de servicio N° 02/04 sugiere que los marcos de las puertas deben tener sistemas de rodillos giratorios verticales para evitar heridas y contusiones durante la carga y descarga de los animales.

## LOS MERCADOS FERIAS

Las condiciones de manejo y transporte pueden variar de acuerdo a la forma en que los animales son vendidos (Strappini y col. 2010).

Algunos vacunos son vendidos y transportados directamente desde los establecimientos ganaderos a las plantas faenadoras minimizando los efectos de la carga/descarga. Otros lo son a través de comerciantes privados quienes tienen sus propias instalaciones para manejo y transporte de animales hasta la planta de faena. También hay animales que son vendidos a través de mercados ferias, es decir que es mayor el tiempo de viaje, múltiples cargas y descargas y probablemente mezcla con otros animales y son introducidos a un ambiente no familiar (Strappini y col. 2010), esta mezcla conlleva a un incremento en las interacciones sociales con el consecuente estrés psicológico y el agotamiento físico. Todos estos factores se combinan para afectar adversamente a los animales en distintas formas (Knowles, 1999).

El ganado vacuno debería ser comercializado de una forma que minimice el número de veces que son manejados o encerrados antes de la faena (Tarrant y Grandin, 2000).

Se ha demostrado que el porcentaje de animales con contusiones es mayor en aquellos procedentes de mercados que en los que provienen directamente de los establecimientos ganaderos o de vendedores directos (McNally y Warriss, 1996; Knowles, 1999; Strappini y col. 2009; Strappini y col., 2010).

Si bien las contusiones y marcas de palos aún representaron una pérdida económica significativa en los animales provenientes directamente de los establecimientos, el mayor peso de tejidos que suele ser decomisado es el de animales subastados, si se los

compara con aquellos provenientes directamente de los establecimientos productores o de vendedores directos (McNally y Warriss, 1996). (McNally y Warriss, 1996).

Weeks y Col (2002) reportaron una marcada reducción en la prevalencia de contusiones en novillos cuando se aplica un mejor manejo de los animales en mercados ferias; el hecho de mover a los animales más lentamente reduce la probabilidad de contusiones.

Es importante tanto el manejo como el diseño de las instalaciones porque parecen afectar el nivel de contusiones recibidas por el ganado en los mercados.

#### FACTORES DEL MANEJO ANIMAL EN LAS ETAPAS PREVIAS A LA FAENA QUE AFECTAN A LA CALIDAD DE LA CARNE

El uso de la picana en un matadero se puede observar en la descarga del camión, en el arreo de los animales hasta los corrales de descanso, en los movimientos para trasladarlo a la manga de la playa de faena y en ésta misma, para vencer la negativa de ingresar al cajón de noqueo por problemas de diseño de los mismos (IPCVA 2007).

Según el IPCVA (2007), si los animales son arreados sin usar picana son clasificados en la categoría “excelente”. Cuando al 5 % de los animales arreados se les aplica picaneo, se lo clasificaba como “aceptable”. Si el número de animales picaneados se eleva del 5 al 20 %, ya es considerado como “no aceptable”. Finalmente, si más de veinte animales reciben la picana durante el arreo, se cataloga como “grave”

Además, el SENASA en su orden de servicio 02/04 determina que: debe excluirse el uso de látigos y bastones como métodos para mover el ganado. Las picanas eléctricas

aprobadas por el SENASA (no más de 50 volts.) no deben usarse rutinariamente sino como excepción y en tanto los animales tengan lugar para moverse.

#### EL DESCANSO PRE-FAENA

Existe una tendencia a sacrificar a los animales vacunos apenas se descargan, para evitar el corte oscuro y daños en las canales. Sin embargo, luego de un largo transporte es necesario un tiempo adecuado de descanso para que se recupere del estrés del viaje, lo cual reduce tanto el estrés físico como el psíquico pero a su vez incrementa el riesgo de comportamiento agresivo y consecuentemente los daños a la piel (Costa, 2009). Una interacción social agresiva, tales como la monta y los topetazos, especialmente entre animales no familiarizados, trae como consecuencia una disminución de la calidad de las canales y de la carne (Knowles, 1999; Gallo y col., 2003).

Además, el sacrificio inmediato no parece ser una práctica adecuada para reducir las contusiones en la canal, especialmente cuando el suministro a la cadena de faena requiere que los animales sean rápidamente conducidos al cajón de noqueo (Costa, 2009).

Según Gallo y col. (2003), un tiempo mínimo de descanso antes de la faena está contemplado en la legislación para permitir a los animales bovinos recuperarse del estrés del transporte, facilitar su evisceración y reducir la potencial contaminación de las canales con contenido intestinal. Sin embargo, ocurre también que los animales son privados de alimentos no sólo en el período de descanso, sino también desde el momento en que son separados en el campo para ser cargados en los camiones, por lo

tanto esta falta de alimento y agua reduce el peso vivo del animal principalmente a través de la pérdida de heces, orina y deshidratación. Se ha reportado también pérdidas de peso de la canal luego de viajes prolongados.

Además se ha comprobado que las contusiones en las canales se incrementan con un mayor tiempo de encierre antes de la faena y que estas afectan más frecuentemente a la grupa, cadera y lomo (McNally y Warriss, 1996).

En el Reglamento Sanitario de Carnes se encuentra lo siguiente: “Los animales destinados a los centros de faenamiento, deberán movilizarse adecuadamente acondicionados para evitar traumatismos y estrés que afecten la calidad de la carne, debiendo ingresar por lo menos con doce (12) horas de antelación a su sacrificio. Excepcionalmente, a criterio sustentado por el Profesional Veterinario responsable del centro de faenamiento, se podrá autorizar el sacrificio con un número de horas inferior al señalado para el reposo.

## CALIDAD DE LA CANAL

Según Sañudo y col.(2008) , dentro de los criterios que definen la calidad de la canal, el **peso** es el que mejor se puede modificar para adaptarlo a los gustos del mercado, teniendo en la especie bovina una menor influencia sobre el precio que en otras especies. El peso constituye un indicador valioso de la cantidad de músculo y de otros componentes que contiene una canal al estar íntimamente relacionados con otros criterios de calidad como el rendimiento de la canal y la conformación.

## Contusiones

Hay una fuerte asociación entre el bienestar animal, el estrés, las contusiones de la canal y la calidad de la carne (McNally y Warriss, 1996; Strappini y col. 2009).

En principio, los daños físicos de la canal y el deterioro en su calidad se consideran como indicadores de un estrés severo o prolongado y de un mal trato dado a los animales, por lo cual no hay solamente una pérdida económica sino que se afecta la calidad ética del producto (Gallo y Tadich, 2005).

Weeks y col. (2002) evaluaron detalladamente las contusiones, incluyendo las relativamente superficiales, en 5000 canales y hallaron que 3100 de ellas (62 %) tenían contusiones, mientras el 5.6 % mostraban marcas de palos. Otros autores (Strappini y col., 2010) reportaron que el 20.8 % de 37.911 canales presentaron contusiones. Por su parte, Jarvis y col. (1995) encontraron que el 97 % de las canales de animales bovinos adultos presentaban contusiones, mientras Costa y col. (2005) reportaron que la incidencia en canales de terneros fue del 72.4 %.

Según McNally y Warriss (1996), las contusiones de las canales son la principal fuente de desperdicios en todas las especies de animales de producción de carne, y son la tercera razón más importante para el decomiso total de canales en el Reino Unido.

En Estados Unidos, las pérdidas de la industria cárnica debido a la presencia de contusiones han sido estimadas en más de 114 millones de dólares por año (Swanson&Morrow-Tesch, 2001).

El rango de pérdidas de peso de las canales luego del transporte reportado en la literatura es amplio, variando desde un valor menor del 1 % al 8 % luego de 48 horas de privación de alimentos (Knowles, 1999).

Los tejidos lesionados que son recortados de las canales reducen el rendimiento y afectan al productor o al industrial. La remoción de esos tejidos consume tiempo y trabajo y pueden interrumpir o detener la línea de faena, disminuyendo así la eficiencia de la planta (McNally y Warriss, 1996). Además, las contusiones se ubican con mayor frecuencia en regiones anatómicas de mayor valor comercial, especialmente la pierna (Gallo y Tadich, 2005).

Weeks y col. (2002) reportaron que, en promedio unos 460 g de cada una de las 3100 canales fueron expurgados debido a contusiones, lo cual representan 1426 Kg.

Aun cuando las pérdidas por expurgo de tejidos lesionados son significativas, las pérdidas debidas a la disminución en la categoría de tipificación pueden ser mayores (Gallo y Tadich, 2005; McNally y Warriss, 1996).

Las contusiones hacen que el destino para el cual han sido adquiridos los animales puede cambiar a uno de menor valor debido a que la apariencia de la canal ha sido adversamente afectada por las contusiones o por un recorte excesivo. A ello deben sumarse las pérdidas debidas al rechazo de los clientes a la carne de corte oscuro. Por lo tanto las pérdidas financieras totales debidas a contusiones de las canales pueden ser mucho mayores de lo que parecen en un principio (McNally y Warriss, 1996).

Además, las canales lesionadas tienen una menor vida útil y se descomponen rápidamente, debido a que la carne sanguinolenta es un medio ideal para el desarrollo microbiano (Strappini y col., 2009).

Las contusiones pueden ocurrir en cualquier punto de la cadena de la carne, incluyendo la carga de los animales en el establecimiento, el transporte, la descarga y descanso en matadero, e incluso durante el procedimiento de insensibilización; estas pueden reflejar prácticas inadecuadas de manejo, uso inapropiado de picanas y palos, o impacto contra las instalaciones de manejo u otros animales (Costa, 2009; Strappini y col., 2009).

Una mayor incidencia de contusiones en determinadas áreas de la canal puede estar relacionada con el diseño de las instalaciones y con el manejo. Extremos salientes producen contusiones en hombros, pisos lisos ocasionan resbalones y pasillos angostos con curvas pronunciadas duplica el nivel de contusiones en las caderas (Weeks y col., 2002)

Además, el impacto negativo del transporte se agrava cuando los intermediarios y vendedores de ganado, que no son dueños del mismo, tienen poco incentivo económico para reducir contusiones y contusiones, debido a que no reciben descuentos por las pérdidas. Las contusiones en bovinos se redujeron significativamente cuando los productores y los transportistas recibieron un pago por ello. En Brasil, por ejemplo, las contusiones en bovinos se redujeron del 20 % al 1 % cuando los supermercados realizaron auditorías sobre contusiones y contusiones y efectuaron descuentos a los transportistas; algo similar ocurrió en Chile (Appleby y col., 2008).

Tanto las descargas muy rápidas como las muy lentas produjeron un incremento en el porcentaje de canales severamente dañadas. En general hubo una tendencia a un menor número de contusiones en los animales que fueron manejados con una velocidad media, sugiriendo que tanto una alta como una baja velocidad en las operaciones de

carga-descarga y en el manejo posterior, tienen un efecto negativo sobre la calidad de la canal (Costa y col., 2005).

En terneros, los resbalones, caídas, retrocesos y amontonamiento son el evento más frecuente durante la carga, la descarga y la espera antes del sacrificio; que relacionados con la dificultad para su manejo, suelen ser responsables del 80 % de las contusiones (Costa y col., 2005).

Existe una fuerte asociación entre una mayor incidencia de contusiones y el número de movimientos del ganado, por ejemplo, de corral a corral y carga y descarga (Weeks y col., 2002). Las pérdidas debido al transporte han sido hasta del 1 % en vacunos (Dalla Villa y col. 2008). Por lo tanto las probabilidades de sufrir contusiones que terminen en contusiones aumentan con la intensidad del manejo (Weeks y col., 2002).

En algunos países de Sudamérica, las contusiones y el corte oscuro debidos al excesivo tiempo de transporte y manejo inadecuado, están entre los principales problemas de la calidad de la carne encontrados en bovinos (Gallo, 2008).

Cabe mencionar que el transporte por carretera puede estar asociado con varios tipos de contusiones. Se ha enfatizado acerca de la relación entre la distancia viajada y la ocurrencia de contusiones. Sin embargo, las condiciones de transporte son más importantes que el tiempo de viaje o la distancia recorrida. Una vez que el animal se ha adaptado a la situación, el tiempo es un problema menor comparado con la densidad de carga, el diseño del vehículo, las condiciones de la carretera o el comportamiento del conductor del transporte (Strappini y col., 2009).

En un trabajo realizado por Minka y Ayo (2007) con distintas razas de ganado índico transportado por vía terrestre, se encontró una fuerte asociación entre el porcentaje de

injurias y la presencia de cuernos, el temperamento agresivo, el manejo inadecuado por parte del personal y la presencia de obstrucciones en los vehículos. El porcentaje de heridas se elevó con la duración del viaje. Hubo evidencia de una continua y prolongada influencia de las condiciones adversas del transporte de los animales en la medida que la duración del viaje se incrementaba.

Parece ser que los viajes largos producen más contusiones pero de menor grado (McNally y Warriss, 1996).

La extensión de las contusiones se incrementa con una mayor densidad de carga, con daños severos por encima de los 600 kg/kg (Knowles, 1999).

Los bovinos transportados a altas densidades de carga tienen limitaciones para moverse y adoptar orientaciones preferidas, tales como alinearse en la dirección del viaje, lo cual puede incrementar su seguridad de balance (Strappini y col., 2009).

No sólo la sobrecarga, sino también la carga por debajo de las densidades apropiadas incrementan las contusiones, estos animales sueltos tratan de mantener su balance en el camión en movimiento y es más probable que se golpeen contra las paredes y las puertas del vehículo (Strappini y col., 2009).

Los cuernos pueden ser la principal causa de contusiones en ganado bovino (Strappini y col., 2009). Son responsables del 50 % de todas las contusiones reportadas en bovinos y la remoción de las puntas no ayuda a resolver el problema (Knowles, 1999).

Las montas y los topetazos, como comportamiento de reagrupamiento social entre animales no familiares, son causa potenciales de contusiones (Strappini y col., 2009).

Otras situaciones pueden ser las responsables de contusiones ubicadas en sitios específicos. Contusiones a lo largo de la columna vertebral son generalmente ocasionadas por el techo del camión en los intentos de monta, o por los golpes con palos usados por los operarios durante el manejo (Weeks y col., 2002).

**Otros factores relacionados con la presencia de contusiones:**

Si se relaciona el número de contusiones con otros factores inherentes a los animales y al manejo previo a la faena, no hay asociación entre la presencia de contusiones y la conformación de la canal, peso de la canal, el número de lote y la estación. Sin embargo, hubo asociación con la categoría de animales, el grado de engrasamiento, el origen del animal y el tiempo de espera antes del sacrificio. Los animales maduros y viejos mostraron un mayor riesgo de contusiones que los animales jóvenes. Esto probablemente se deba a que vacas y toros son comercializados mayormente a través de mercados ferias. Las canales con abundante grasa y aquellas desprovistas de la misma tuvieron significativamente menos contusiones que las canales con engrasamiento normal. Esto se debe, probablemente, a que los animales livianos y pesados ponen menos resistencia a ser movidos que los animales de condición corporal normal (Strappini y col., 2010).

Otros trabajos mostraron que los novillos siempre presentaron más contusiones que las vaquillonas, y que los machos enteros tenían la menos incidencia de contusiones (Weeks y col., 2002). La explicación más probable para estas diferencias entre los sexos con respecto al nivel de contusiones puede que actúen conjuntamente; es decir el grosor del cuero, piel y grasa podrían afectar la susceptibilidad a las contusiones frente a

impactos de similar fuerza. El temperamento animal puede afectar la respuesta al personal que lo maneja.

Además, los factores intrínsecos, tales como el nivel hormonal, pueden hacer que los animales de distintos sexos respondan a estímulos similares con distinto nivel de excitación y velocidad, afectando así la probabilidad de su interacción con las instalaciones, o de resbalones y caídas (Weeks y col., 2002).

Jarvis y col. (1995) hallaron que los grupos que contenían solamente toros o vaquillonas tenían menor cantidad de contusiones que grupos de vaquillonas y novillos mezclados, demostrando nuevamente la asociación entre mezcla de animales y nivel de contusiones.

Una mayor cantidad de contusiones pueden evitarse si se pone más cuidado en el transporte de los animales desde la granja al matadero (McNally y Warriss, 1996).

## CALIDAD DE LA CARNE

Aunque es cierto que la calidad está de moda, también lo es que constituye uno de los típicos conceptos que resultan en la práctica difíciles de acotar con una definición, entre las múltiples se encuentra en el Diccionario de la Lengua Española de la Real Academia: “propiedad o conjunto de propiedades inherentes a una cosa, que permiten apreciarla como igual, mejor o peor que las restantes de su especie”. La segunda, más específica, a la calidad agroalimentaria, se refiere a un juicio ordinal emitido por el

consumidor, basado en las variables que éste considera de calidad. (Pardo, J.E. y col, 2006)

En las sociedades industriales, los compradores de cualquier producto esperan encontrar una óptima relación calidad-precio y una calidad constante. Esto es tan cierto para el industrial que procesa material crudo como para los consumidores finales. Esto ha llevado en las últimas tres décadas a un incremento en las demandas de calidad tecnológica para el procesamiento industrial, y garantías de inocuidad y calidad por parte de los consumidores. Así, los agentes de la cadena de industrialización cárnica se enfrentan a una mayor necesidad de evaluación de la calidad de la carne (Monin, 1998).

Como se mencionó hasta ahora el transporte, el manejo y el encierre antes de la faena pueden afectar adversamente las características de la carne. El estrés producido en los animales por la falta de alimento o agua, el peligro, la fatiga, el calor o el frío, las restricciones de espacio y otras condiciones presentes durante el transporte, pueden tener importantes efectos sobre aspectos de la calidad de la carne tales como pH, color, textura y capacidad de retención de agua (Gallo y col., 2003; Gallo y Tadich, 2005).

#### Aspectos a evaluar

Las principales características implicadas bajo el término de calidad son: las propiedades físico-químicas (pH, textura, actividad de agua, composición química, etc.); las propiedades organolépticas o sensoriales (color, aroma, sabor, textura, jugosidad, etc.); las propiedades funcionales, o aptitud para formar parte de un producto final, sobre todo por su interés industrial (pH, capacidad de retención de agua, consistencia de

la grasa, separación de tejidos, estabilidad oxidativa, etc.); la facilidad de empleo por el consumidor (disponibilidad, aptitud culinaria, precio); los factores de naturaleza psicológica, como la novedad (moda, exotismo, etc.) o la tradición a algunos hábitos sociológicos; la consideración acerca del bienestar animal y el cuidado ambiental (animales criados, manejados y sacrificados en condiciones adecuadas; y en sistemas que sean sostenibles y respetuosos con el medio ambiente). (Pardo, J.E. y col, 2006)

La apariencia es uno de los principales rasgos que determinan la decisión de compra y la aceptabilidad de la carne. Tres factores la condicionan: el color, la cantidad de grasa visible y el exudado (Monin, 1998).

El **color** depende de la concentración y característica del pigmento mioglobina, del pH y de la cantidad de grasa intramuscular. El color es la primera característica sensorial apreciada por el consumidor y de su rechazo o aceptación depende que una determinada pieza cárnica sea elegida con mayor o menor agrado. Esta impresión óptica se relaciona, de inmediato, con distintos aspectos relacionados con la calidad y el grado de frescura. Así, el aspecto exterior puede asociarse con el tiempo de almacenamiento, la vida útil, la dureza y la jugosidad (Pardo y col 2006).

El color viene determinado por la concentración y el estado de los pigmentos hemínicos, mioglobina (Mb) y hemoglobina (Hb). La concentración total de pigmentos determina cómo de roja es la carne (Warriss, 2003).

A su vez, J. Fox (1994) afirma que existen colores que indican deterioro como las decoloraciones pardas de la carne mantenida más tiempo del necesario.

El **marmoleado o cantidad de grasa intramuscular** es un importante indicador de calidad de la carne. La cantidad deseada depende del mercado, siendo en general indeseadas cantidades excesivas, aunque está asociado al sabor y a la jugosidad.

La exudación es particularmente perjudicial para la apariencia comercial de la carne y está estrechamente asociado a la **capacidad de retención de agua (CRA)** de la carne fresca (Monin, 1998).

La capacidad de retención de agua (CRA) es una aptitud de la carne para retener total o parcialmente el agua propia y eventualmente el agua adicionada durante su tratamiento, tiene una fuerte repercusión en el desarrollo y en la apreciación de las características sensoriales, en el valor nutritivo, en el valor comercial y en la actitud tecnológica de la carne (Ordóñez Pereda, J.A y col, 1998). Por otra parte, el agua liberada arrastra proteínas solubles, vitaminas y minerales con la consiguiente disminución del valor nutritivo (Pardo, J.E. y col, 2006).

Hasta el 5% total del músculo se halla directamente unido a los grupos hidrófilos de las proteínas. Esta cantidad de agua apenas sufre modificaciones cuando cambia la estructura y la carga eléctrica de las proteínas. Casi todos los cambios que se observan en la capacidad de retención de agua de las proteínas se deben a las modificaciones que experimenta la llamada agua “libre” que se halla inmovilizada por la configuración física de las proteínas sin hallarse unida a ellas. El agua libre se continúa con la denominada agua “suelta”, que es la que resulta exprimida cuando desciende la capacidad de retención de agua. (Lawrie, R. A. 1977).

Parte del agua que compone la carne cruda (75% del peso total) se pierde durante la conservación y, fundamentalmente, el cocinado. (Sañudo, C. y col. 2005)

Una vez que el animal muere, cesa la circulación sanguínea, cobran fuerza los procesos bioquímicos anaeróbicos, en especial la glucólisis, la energía que se libera en esta es utilizada principalmente para la contracción muscular, lo cual provoca el consumo de la reserva energética, la formación de ácido láctico y la pérdida de la CRA; estos cambios se deben al nivel de pH del músculo, la capacidad mínima de retención de humedad se alcanza en carne de vacuno a pH 5 aproximadamente (Barreiro, J.A y Sandoval, B. 2006). El proceso de maduración de la carne aumenta paulatinamente la CRA (Amerling, C., 2001)

Tiene también gran importancia el **pH** de la carne en cuanto a las características organolépticas de ésta y a su aptitud para la transformación en otros productos procesados, ya que tiene una influencia directa o indirecta sobre el color, la ternera, el sabor, la capacidad de fijación de agua y la conservabilidad (Gallo y Tadich, 2005). Probablemente el pH sea el atributo de calidad más comúnmente medido en carne fresca, ya que afecta la capacidad tecnológica (Monin, 1998).

La carne bovina con pH por encima de 6.0 a las 24 horas de la faena (pH<sub>24</sub>) representa un problema de calidad de la carne, es indeseable para el consumo humano y causa importantes pérdidas económicas (Mach y col., 2008). Hay mayor variación en la ternera, pobre palatabilidad, y el crecimiento de los microorganismos hasta niveles inaceptables con desarrollo de olores desagradables y formación de limo (Mach y col., 2008).

La carne de pH alto es el resultado de una depleción del glucógeno antes de la matanza y la consecuente inhabilidad para acumular ácido láctico (Gallo y Tadich, 2005). Esta depleción del glucógeno se debe a la fatiga física sufrida antes de la

matanza y causada por luchas o transporte prolongado, o por estrés emocional debido al reagrupamiento (Mach y col., 2008). Esa carne tiene apariencia seca, firme y oscura (DFD= dark, firm, dry).

El reagrupamiento y la mezcla de animales se consideran la principal causa de carne DFD. El ayuno en sí, sin embargo, no es causa de carne DFD, a menos que éste sea muy prolongado (Knowless, 1999).

El número de canales con corte oscuro se incrementa con un mayor tiempo de encierre previo a la faena (Gallo y col., 2003). Sin embargo, la relación entre el contenido inicial de glucógeno y el pH final es lineal solamente a muy bajos niveles de glucógeno. De hecho, los niveles de glucógeno no disminuyen suficientemente para tener un efecto sustancial sobre el pH último, especialmente cuando los animales son capaces de recuperarse durante el descanso antes de la faena (María y col., 2003).

Por otra parte, hay una correlación positiva entre el incremento en contusiones en las canales y el aumento del pH final de la carne (Knowles, 1999).

#### Evaluación de las contusiones

La respuesta del tejido a los eventos productores de contusiones depende de la naturaleza de la fuerza mecánica aplicada y también de la localización anatómica donde la fuerza es aplicada. Como resultado, las contusiones pueden diferir en su ubicación, apariencia, extensión, forma y severidad. El grado de lesión depende también del grosor y densidad del tejido afectado y de su vascularidad, encontrándose diferencias según el músculo subyacente (Strappini y col., 2009).

Si bien se refiere genéricamente a las contusiones causadas por varios factores sobre la canal, se debe especificar que existe una diferencia entre lesión y contusión. La palabra “contusión” (hematoma o magulladura), proviene del vocablo inglés *bruise* que significa “algo que fue aplastado” (Langlois, 2007; Pilling y col. 2010).

Por lo tanto una lesión califica como contusión si sus tejidos están aplastados con ruptura de vasos sanguíneos y acumulación de sangre y suero, sin discontinuidad cutánea. Se desarrolla luego de la aplicación de una fuerza, usualmente con un objeto romo, suficiente para afectar a los vasos sanguíneos (Strappini y col., 2009; Strappini y col. 2010).

Para que esto ocurra deben ser satisfechos 3 criterios. Primero, la piel debe ser suficientemente estirada o aplastada por una fuerza mecánica para causar desgarramiento de los vasos sanguíneos debajo de la grasa o tejidos subyacentes, pero sin producir una pérdida de integridad de la piel (si la piel es desgarrada se trata ya de una laceración). Segundo, luego de que los vasos en la piel son dañados, debe haber suficiente presión sanguínea para causar el escape de los glóbulos rojos desde los vasos. En tercer lugar, la sangre que ha salido de los vasos debe estar suficientemente cerca de la superficie para ser visible. Esto variará con las propiedades ópticas de la piel. Una contusión causada durante la vida puede no ser visible debido a la opacidad de la piel, pero puede ser revelada *post-mortem* por la reflexión de la piel (Langlois, 2007; Pilling y col. 2010).

Una vez que la sangre está en los tejidos, el organismo lanza la respuesta inflamatoria para degradarla y removerla. Los macrófagos fagocitan los glóbulos rojos y la hemoglobina es degradada. La hemoglobina es uno de los cromóforos dominantes,

determinando el color de la piel, y su apariencia varía (rojo/azul/púrpura) dependiendo de su estado oxidativo y de la profundidad dentro de la piel. Es la degradación enzimática de la hemoglobina la responsable de los cambios de color que pueden observarse en una contusión, reacción catalizada por la hemo-oxigenasa produciendo biliverdina (verde), monóxido de carbono y hierro atómico. El hierro liberado forma un complejo con la proteína ferritina para producir hemosiderina (marrón). La biliverdina es rápidamente metabolizada a bilirrubina (amarilla) (Pilling y col. 2010).

De modo que la apariencia depende, todo el tiempo, de la difusión de la hemoglobina a través de los tejidos y de su remoción a cargo de la respuesta inflamatoria (Langlois, 2007).

Aunque las contusiones son infringidas *ante mortem* en bovinos, no son visibles en el animal vivo debido al grosor de la piel y pueden ser solamente detectadas *post mortem* en la canal (Strappini y col., 2009).

La contusión puede ser evaluada de manera de establecer el tiempo transcurrido entre la ocurrencia y el examen de la misma, de modo de establecer el momento del daño y la causa probable (Hamdy y col., 1957a; Strappini y col., 2009).

El tiempo requerido para que ocurran grandes cambios en el tejido lesionado es variable. La extensión de contusiones similares también varía con los animales. Sin embargo, en general la secuencia de los cambios visibles es siempre consistente, independientemente del animal considerado, la fuerza aplicada o la localización de la lesión. Por ejemplo, el color azul verdoso de la contusión aparece invariablemente antes que el color verde amarillento, el cual no se observa antes de las 60-72 horas, y está asociado al pigmento bilirrubina (amarillo), que se forma como resultado de la

degradación de la hemoglobina. Este pigmento amarillo alcanza la máxima concentración en la lesión a los 4 días y luego comienza a desaparecer. La biliverdina es el producto primario de la degradación de la hemoglobina y la bilirrubina resulta de la reducción de la biliverdina (Hamdy y col., 1957a; Hamdy y col., 1957b).

Por lo tanto, habitualmente la edad de una contusión es determinada fundamentalmente por la observación de su color, y usando la experiencia y la pericia del observador (Pilling y col. 2010). Una contusión roja brillante es probablemente de hasta 10 h de antigüedad, mientras que una contusión roja oscura es de aproximadamente 24 horas de producida.

Basándose en observaciones empíricas, en canales bovinas es posible separar las contusiones en al menos 2 categorías: contusiones frescas y contusiones de varios días de antigüedad, indicado por la presencia en las últimas de pigmento amarillo atribuido a la bilirrubina (Strappini y col., 2009).

La evaluación de las contusiones de las canales bovinas en las plantas faenadoras es una reflexión retrospectiva de todas las situaciones dañinas soportadas por los animales durante la etapa pre-faena (Strappini y col., 2009).

La valoración o “scoring” de las contusiones en las canales es a menudo reconocida como una medida indirecta del bienestar (Sandström, 2009).

Varias metodologías de valoración de las contusiones de las canales han sido propuestas para ser usadas en establecimiento faenadores. Todos los sistemas de valoración o “scoring” están basados en la apreciación visual de las características de las contusiones, tales como su extensión, ubicación, color, apariencia y severidad, o una combinación de las dos últimas (Strappini y col., 2009).

En varios países de Sudamérica (Argentina, Brasil, Chile y Uruguay) se usa corrientemente una clasificación del grado de las contusiones, el cual está basado en la severidad de las contusiones y los tejidos afectados en el área injuriada. El sistema identifica contusiones como “grado 1”, cuando el área dañada comprende solamente el tejido subcutáneo; como “grado 2” cuando la lesión afecta los tejidos subcutáneo y muscular, y como “grado 3”, contusiones severas, cuando están los tejidos subcutáneo, muscular e incluso óseo (fracturas) (Strappini y col., 2009).

Otro sistema confiable es El Sistema Australiano de Valoración de Contusiones (Australian Carcass Bruises Scoring System o ACBSS) (Sandström, 2009). Este sistema clasifica la severidad de las contusiones de acuerdo a su superficie y profundidad, y registra todas las contusiones. La severidad de las contusiones de las canales es registrada y clasificada en tres categorías básicas de acuerdo al área de la contusión: leve (2-8 cm), media (8-16 cm) y severa (más de 16 cm). Cuando las contusiones involucran tejidos profundos se les asigna una categoría adicional, como por ejemplo “leve-profunda”. De modo que en total hay 6 categorías, según el área cubierta y la profundidad (Anderson, 1978).

El Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina también las clasifica según su extensión de la siguiente manera: tipo A, aquellas que involucran un área de hasta 100 cm<sup>2</sup>; tipo B, aquellas que involucran un área de 100 a 400 cm<sup>2</sup>; tipo C, aquellas que involucran un área de más de 400 cm<sup>2</sup> (IPCVA, 2008). Cuando las mismas adquieren una identidad propia por estar asociadas con animales caídos en decúbito durante un tiempo prolongado y por pisoteo durante el transporte, las denomina contusiones generalizadas.

Otros autores que han realizado varios trabajos de evaluación de contusiones (Huertas y Gil, 2002) proponen dividir para este fin a las canales en 3 zonas:

**Zona 1: Posterior**, incluye los cortes de la pierna y cadera, nalga de afuera y adentro, cuadril, peceto, bola de lomo, siendo algunos de los músculos involucrados: glúteos, bíceps femoral, semitendinoso, semimembranoso y cuádriceps femoral.

**Zona 2: Dorso-lateral**, incluye los cortes del dorso y parrilla costal, bife angosto y ancho, asado, vacío; los músculos involucrados son: costal largo, dorsal largo, trapecio, intercostales internos y externos y oblicuos abdominales.

**Zona 3. Delantero**, incluye los cortes del cuello, antebrazo y escápula, marucha o tapa de paleta, chingolo, los músculos incluidos son: supra e infra escapular, tríceps braquial entre otros.

Un protocolo estándar para el registro de contusiones debe ayudar a los investigadores a relacionar la forma de las contusiones y sus causas. La causa de una lesión puede ser determinada mediante las pautas del daño en las canales. Por ejemplo, si ocurre un daño severo y una gran porción de la canal está completamente dañada, eso puede indicar que el animal fue pisoteado en el transporte. Por otra parte, contusiones profundas pero poco extensas son más probablemente causadas por cuernos, mientras que aquellas que consisten en marcas rojas paralelas son características de las causadas por palos (Strappini y col., 2009).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **Caracterización del Matadero**

El estudio se llevó a cabo en un establecimiento Matadero Frigorífico Categoría A del SENASA, ubicado en la ciudad de Morteros, provincia de Córdoba. En dicho establecimiento se faenan animales de la especie bovina. La faena diaria promedio es de 155 animales, variando entre 150 y 170 animales. Los mismos proceden de las provincias de Santa Fe, Córdoba y Santiago del Estero.

Cabe destacar que según el Reglamento de Inspección de Productos, Subproductos y Derivados de Origen Animal se clasifican los Mataderos – Frigoríficos según el tipo de tráfico que posean y según el régimen animal/hora, se entiende por matadero - frigorífico tipo “A” a la planta industrial habilitada por el SENASA (Servicio Nacional De Sanidad Animal) e incluye el tráfico federal y la exportación de los productos y subproductos derivados de la faena y las carnes industrializadas. La limitación de faena quedará establecida según el régimen de animal /hora. Se considera como matadero - frigorífico de tipo “B” al establecimiento autorizado para faenar bovinos, ovinos, porcinos y/o caprinos, en número diario máximo de ciento cincuenta (150) bovinos, cien (100) porcinos y trescientos (300) ovinos y/o caprinos. Las carnes y menudencias de los animales faenados en estos establecimientos deberán expendirse y consumirse, exclusivamente dentro del territorio de la Provincia en la que están establecidos. Por último se concibe por matadero - frigorífico de tipo “C” al establecimiento autorizado para faenar bovinos, porcinos, ovinos y/o caprinos en número diario máximo de ochenta

(80) bovinos, cincuenta (50) porcinos y ciento sesenta (160) ovinos y/o caprinos. Las carnes y menudencias de los animales faenados en estos establecimientos, deberán expendirse y consumirse exclusivamente dentro del territorio de la Provincia donde están establecidos. Los establecimientos tipo “B” y “C” podrán solicitar la habilitación del SENASA para poder realizar el tráfico federal previa verificación de las condiciones de construcción, operativas y administrativas que establezca dicho Servicio para satisfacer los requisitos mínimos que exija dicho tráfico federal.

El Establecimiento se ubica en un predio que mide cinco hectáreas y medias, posee todos los servicios de agua potable fría y caliente, energía eléctrica, entre otros. Está circundado en todo su perímetro por un cerco perimetral con un murete de mampostería de 0,5 metros desde el nivel del piso y continúa hasta los dos metros con alambrado tipo olímpico.

La rampa de descarga para la recepción de animales es fija, de dos metros de ancho, curva y con un declive del 25%. Piso de hormigón con vainillas antideslizantes, paredes de mampostería de cemento fratachado de dos metros de altura.

Posee 26 corrales de descanso de distintas medidas, de pisos de hormigón armado con mampostería, con tetinas antideslizantes, y declive del 2%, las paredes con zócalo de 0,5 metros y continúan con caños metálicos redondeados hasta completar 1,5 metros; poseen techo de chapa con una altura de tres metros. El tamaño de trece de los corrales es de 5 (cinco) metros de largo por 5,50 (cinco con cincuenta) metros de ancho y el resto es de 3 (tres) metros por 5 (cinco) metros. La capacidad de receptividad de los corrales se calculará a razón de no menos de 2,50 metros cuadrados por cabeza bovina.

Cada corral dispone de bebederos propios alimentados por cañerías construidas con ese propósito. Las aguas de los mismos no escurre ni se derrama sobre el piso, contando para ello con un sistema automático a flotante con descarga directa al sistema de desagüe (45 cm de largo, 50 cm de ancho y 80 cm de profundidad). El largo del bebedero es de un (1) metro y su ancho de cincuenta (50) centímetros. La altura desde el piso del corral al borde del bebedero es de ochenta (80) centímetros.

El corral de aislamiento con una medida de 40 m<sup>2</sup> (ocho por cinco metros) circundado por un cerco de mampostería de hormigón de una altura de dos metros, la puerta de acceso es de hoja llena y material impermeable. El corral de observación mide 70 m<sup>2</sup> (diez por siete metros).

Cuenta con el lavadero de camiones apropiado para su posterior desinfección, sala de necropsia y digestor.

La ducha ante-mortem cuenta con picos de aspersión en una manga (10 metros) de paredes de mampostería, pisos antideslizantes, los picos están ubicados cada 0,70 metros. El mismo se continúa con una rampa de acceso al cajón de noqueo, con un pasillo para la circulación del personal; el piso tiene un declive del 25%, tetinas antideslizantes.

La insensibilización en este establecimiento se hace por conmoción, con noqueador no perforante de acción neumática, marca Hierrotan equipo tanque pulmón, material F24, presión de prueba 30 Kg7cm<sup>2</sup>, aprobado por SENASA.

Luego se continúa la faena hasta que se obtienen dos medias reses.

## **Caracterización del Muestreo**

Se estudió un total de 228 animales vacunos y sus respectivas canales, a partir del momento de su llegada al matadero. Se consideraron los camiones que llegaron al matadero entre las 16 y las 20 horas, seleccionando un camión por día de muestreo. Los camiones transportaron entre 11 y 37 animales (media de 19 animales), variando este número según el usuario del matadero, la categoría de animales y el peso de los mismos.

La selección del camión se realizó considerando las distancias que los mismos habían recorrido y el número de patente. Tomando como transportes de largas distancias aquellos que habían recorrido más de 100 Km , y de corta distancia los habían recorrido menos de 100 km. Por lo que en un mes se ensayó a uno de distancia larga ( $\geq 100$  km) y en el siguiente mes a uno de distancia corta ( $\leq 99$  km). De todos los camiones que se presentaron en el establecimiento, dentro de la distancia seleccionada para el día, se escogió aquel que tenía el menor número de dígitos en la patente automotor.

La toma de muestras se realizó durante las cuatro estaciones del año, comenzando en mayo del 2011 y finalizando en abril del 2012; alcanzando un total de 12 camiones estudiados.

Se observó a los animales desde el momento de llegada al establecimiento en sus respectivos transportes, y desde el momento de la descarga en adelante, considerando algunas variables de bienestar animal que influyen en la calidad de la canal y de la carne, como así también la evaluación de los parámetros, tal como se detalla a continuación.

Se analizaron las condiciones de los vehículos, el manejo durante la descarga y el cumplimiento de las condiciones previstas para el transporte por el SENASA.

También se evaluaron las condiciones edilicias del descargadero (rampas de descarga, corrales, pisos, etc.). Durante el período de descanso en corrales se tuvo en cuenta la disponibilidad de agua, la carga animal, la homogeneidad del grupo y el tiempo de descanso.

Una vez realizados las operaciones durante el proceso de faena y llegadas las canales a las cámaras frigoríficas, se procedió a observar en cada una de ellas la presencia de hemorragias y hematomas, y se evaluó la presencia de decomisos o expurgos.

A las 24 horas de faenado el animal, se procedió a la toma de pH (pH 24). Se sabe que un pH normal de la carne, luego de los procesos post mortem posee un valor cercano a 5,5. Se consideró para este ensayo que una canal tiene pH elevado a las 24 horas cuando ese valor fue igual o superior a 6.

Se realizó un montaje de multimedia de todas canales, cuartos, cortes o trozos que hayan presentado comisos, expurgos o contusiones debidas a una falta de observancia del bienestar animal.

Se recogieron datos teniendo en cuenta o basados en los siguientes parámetros:

- 1- Estación del año.
- 2- Día de la semana y mes del año.
- 3- Hora de arribo.

4- Datos climatológicos: se utilizaron los datos del Colegio Agropecuario Salesiano ubicado en Colonia Vignaud para el día y la zona:

4.1. Temperatura máxima.

4.2. Temperatura mínima.

4.3. Humedad relativa.

4.3. Precipitaciones.

5- Animales: Por observación.

5.1. Clasificación en pié (sexo y categoría).

5.2. Raza.

6- Transporte: Estos datos se relevaron del mismo transportista, a través de una encuesta, y de la información que brinda el SENASA a partir de la documentación.

6.1. Procedencia.

6.2. Origen de la hacienda: directo del campo, engorde a corral (feedlot) y remate (feria).

6.3. Número de animales por camión.

6.4. Número de animales por compartimiento del camión.

6.5. Distancia recorrida.

6.6. Tiempo de transporte.

6.7. Mezcla de animales.

6.7.1. Número de animales provenientes de distintas granjas por camión.

6.7.2. Proporción de machos/hembras.

6.8. Presencia de animales con cuernos (cuando había al menos un animal con cuernos en el transporte).

6.9. Presencia de animales caídos.

6.10. Presencia de animales lesionados/quebrados.

6.11. Presencia de animales muertos.

7- Referencias del vehículo y del transportista:

7.1. Tipo de vehículo (semiremolque o chasis y acoplado).

7.2. Transporte de uso exclusivo o no exclusivo para el traslado de animales.

7.3. Estado del piso (bueno, regular y malo) según características:

- De material metálico u otro similar liso.
- Presencia de malla cuadrículada rígida con propiedad antideslizante, en condiciones adecuadas.
- Buen escurrimiento de los residuos sin que las deyecciones caigan al exterior durante el transporte.

Se consideró BUENO cuando cumplían los 3 requisitos, REGULAR cuando cumpla 2 y MALO cuando solo cumpla con uno o ninguno de ellos.

7.4. Estado de las paredes (bueno, regular y malo) según características:

- Paramentos metálicos o de otro material apropiado.
- Entabladuras que correspondan a un solo plano vertical sin ganchos, tuercas o cualquier saliente que pudiera dañar a los animales.

- Laterales que deben tener un número suficiente de aberturas en cada uno de sus lados de modo tal que permitan la circulación del aire. Deben colocarse sin salientes que pudieran dañar a los animales
- Laterales rebatibles para facilitar su lavado y desinfección.

Se consideró BUENO cuando cumplían con los 4 requisitos, REGULAR cuando cumpla con 2 y MALO si no cumple con uno o ninguno de ellos.

#### 7.5. Colocación y funcionalidad de los rodillos.

Se observó si poseían rodillos y a su vez si los mismos eran funcionales, es decir, si giraban fácilmente.

#### 7.6. Tipo y estado de los techos.

Se consideró que deben contar con una tabla en la parte central del techo que permita la movilización del personal que atiende al ganado. Asimismo, se evaluó la presencia de techo protector o cubierta adecuada, para los casos en que sea necesario proteger a los animales por razones climáticas ambientales.

#### 7.7. Divisiones internas:

Se observó la presencia de divisiones internas, a los efectos de separar animales, las cuales deben ser resistentes, de material metálico u otro similar apropiado y permitir un cierre adecuado a fin de evitar desplazamientos.

7.8. Tipo y estado de las rampas de descarga. Se clasificaron en bueno, regular y malo, según sus características, considerando óptimo:

- ancho suficiente para permitir el paso de animales maduros, con cuernos, sin obstáculos.

- horizontales o con pendiente ascendente.
- pendiente con inclinación máxima de 20° para ganado adulto, y no más de 12° para terneros.
- superficies construidas con material antideslizante.
- perfiles o guías interiores lisas y sin proyecciones filosas.
- existencia de una plataforma externa lateral a la rampa que facilite las operaciones a los asistentes.

Se consideró BUENO cuando las rampas reunieron todas las características mencionadas, REGULAR cuando las rampas cumplieron 5 de las características dadas, y MALO cuando las cumplieron tan solo con 2 o menos de las características mencionadas.

7.9. Antigüedad laboral del chofer (menos de 2 años, de 2 a 5 años y más de 5 años).

7.10. Educación formal recibida (primaria, secundaria o terciaria).

7.11. Capacitación sobre bienestar animal (si recibió capacitación, si considera que sus conocimientos al respecto son completos, o en caso contrario, si le gustaría recibir capacitación).

De la población muestral se evaluó:

8- Características de la descarga:

8.1. Tiempo de espera antes de la descarga.

8.2. Modalidad de la descarga (con o sin estímulos, permitidos o no).

9- Descanso en matadero:

9.1. Número de animales por corral.

9.2. Densidad de animales en corrales.

9.3. Tiempo de espera.

9.4. Tasa de relación de machos/hembras.

9.5. Presencia de animales muertos en corral de descanso.

10- Tipo de faena:

10.1. Faena común.

10.2. Necropsia. En caso de que el animal llegue muerto o bien muere dentro del establecimiento.

11- Características de la canal

11.1. Peso de media res.

11.2. Tipificación: se utilizó la tipificación realizada por el establecimiento con personal propio.

11.3. Contusiones.

11.3.1. Número de animales con contusiones o contusiones.

11.3. 2. Origen, categoría y número de animales o canales rechazados por contusiones.

11.3.3. Número y tipo de contusiones por animal.

La evaluación de las contusiones se realizó inmediatamente posterior al ingreso de las canales a las cámaras frigoríficas. Para el registro de las contusiones se utilizó una planilla *ad-hoc* adaptada de Sandströmy col. (2009).

Se evaluó:

- Forma.
- Color.
- Tamaño, profundidad y severidad.
- Localización anatómica.
- Número.

#### Forma

Se consideró si eran circulares, lineales, puntilladas, paralelas o en “vías de tren” o irregulares.

#### Color

Para determinar la edad de la contusión según el color se siguió el siguiente criterio:

Rosada o roja: contusión fresca

Azulada: antigua

Amarillenta: muy antigua

#### Tamaño, profundidad y severidad

Para la evaluación de las contusiones se utilizó el sistema australiano de valoración de contusiones (AustralianCarcassBruisesScoringSystem o ACBSS), que clasifica la severidad de las contusiones de acuerdo a su superficie y profundidad, y registra todas

las contusiones. La severidad de las contusiones de las canales es registrada y clasificada en cuatro categorías básicas de acuerdo al área de la contusión (Anderson, 1978; Jarvis y col., 1995):

- escasa (<2 cm);
- leve (2-8 cm),
- media (8-16 cm) y
- severa (más de 16 cm)

Para evaluar la profundidad de las contusiones se utilizó el método del Instituto Nacional de Normalización de Chile (INN 2002; Strappini y col., 2009).

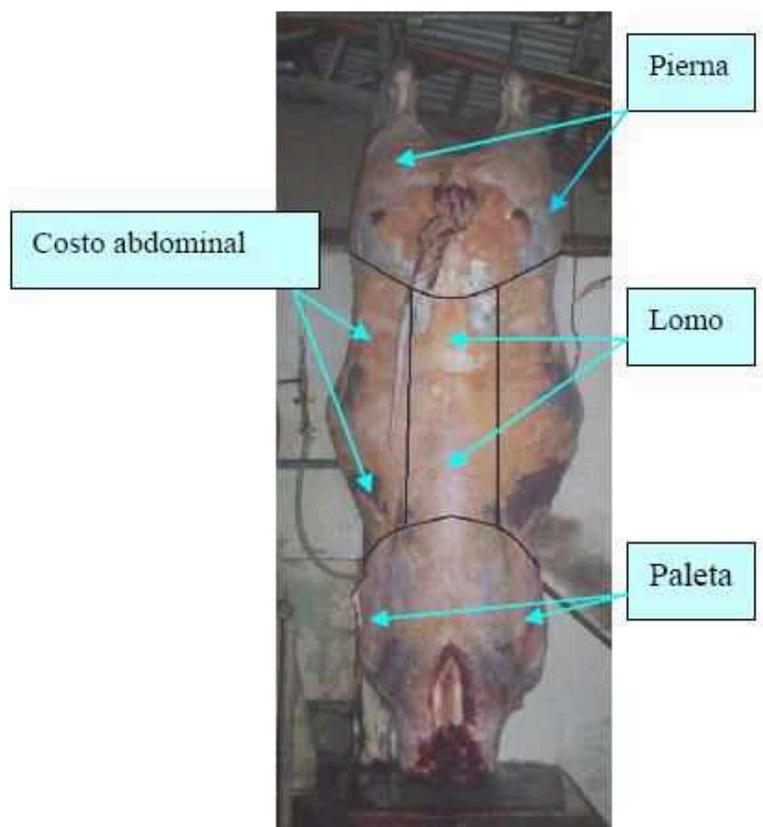
Contusión de primer grado o 1: son aquellas que afectan el tejido subcutáneo alcanzando hasta las aponeurosis musculares superficiales, provocando allí contusiones poco apreciables.

Contusiones de segundo grado o 2: son aquellas que han alcanzado el tejido muscular, lesionándolo en mayor o menor profundidad y extensión. Se consideró si la región de la contusión aparecía hemorrágica.

Contusiones de tercer grado o 3: son las que comprometen tejido óseo; el tejido muscular aparece friable con gran exudación serosa y normalmente hay fractura de los huesos de la zona afectada.

Localización anatómica

Para determinar la ubicación anatómica de la contusión, se individualizaron 4 regiones anatómicas y se anotó la ubicación de la lesión de acuerdo su localización: pierna, paleta, lomo y tórax-abdomen (Tarumán, 2008).



Cuando fueron realizados expurgos por contusiones, se evaluó el peso del mismo por tropa analizada.

#### 11.4. Calidad de la carne:

La medición del pH se realizó con un pHmetro portátil “testo 206” con sonda de penetración pH2 (Testo Argentina S.A). El calibrado del mismo se realizó con soluciones buffer de pH 4 y 7, respectivamente. La calibración se repitió cada 10 medidas.

El pH se midió en la canal 24 horas post-mortem, con una temperatura media en las canales de 3,27°C, después haber permanecido en cámara de refrigeración entre 0-4° C. Entre mediciones de cada canal se lavó el electrodo con agua destilada y se secó con toalla de papel absorbente.

La medida se realizó en el músculo *Longissimus dorsi* a nivel lumbar, entre la L4 y la L5. (Sañudo y col. 2008).

Las planillas *ad – hoc* que se utilizaron los días de toma de muestras y donde se recolectó toda la información se presentan en el anexo.

#### 11.5. MÉTODO ESTADÍSTICO

Se realizó un análisis estadístico descriptivo para definir la situación en los siguientes puntos:

- Frecuencias de muertes, fracturas, heridas y mutilaciones.
- Frecuencia de presentación de canales con valores de pH elevados (corte oscuro).
- Frecuencia de presentación de canales con contusiones.

- Frecuencia de los tipos de contusiones, según tamaño, forma, patrón, color, severidad y localización anatómica.
- Relación entre las características de las contusiones: forma, color, profundidad, severidad y localización; a través de los análisis de Chi cuadrado y Fisher según corresponda por la cantidad de categorías en cada variable.
- Se realizó regresión múltiple para definir la relación existente entre la cantidad de lesiones de la canal y el manejo previo a faena; utilizando la opción stepwise del modelo definido por:

$$\begin{aligned} \text{Cantidad de Lesiones} = & \beta_0 + \beta_1 \text{TiempTrans} + \beta_2 \text{DisReco} + \beta_3 \text{CaracCamion} + \beta_4 \\ & \text{Cuernos} + \beta_5 \text{DensCorral} + \beta_6 \text{DensCarga} + \beta_7 \text{Sexo} + \beta_8 \text{Mezcla} + \beta_9 \text{Origen} + \\ & \beta_{10} \text{TiempTrans DisReco} + \beta_{11} \text{TiempTrans CaracCamion} + \beta_{12} \text{TiempTrans} \\ & \text{Cuernos} + \beta_{13} \text{TiempTrans DensCorral} + \beta_{14} \text{TiempTrans DensCarga} + \beta_{15} \\ & \text{TiempTrans Sexo} + \beta_{16} \text{TiempTrans Mezcla} + \beta_{17} \text{TiempTrans Origen} + \beta_{18} \\ & \text{DisReco CaracCamion} + \beta_{19} \text{DisReco Cuernos} + \beta_{20} \text{DisReco DensCorral} + \beta_{21} \\ & \text{DisReco DensCarga} + \beta_{22} \text{DisReco Sexo} + \beta_{23} \text{DisReco Mezcla} + \beta_{24} \text{DisReco} \\ & \text{Origen} + \beta_{25} \text{CaracCamion Cuernos} + \beta_{26} \text{CaracCamion DensCorral} + \beta_{27} \\ & \text{CaracCamion DensCarga} + \beta_{28} \text{CaracCamion Sexo} + \beta_{29} \text{CaracCamion Mezcla} \\ & + \beta_{30} \text{CaracCamion Origen} + \beta_{31} \text{Cuernos DensCorral} + \beta_{32} \text{Cuernos} \\ & \text{DensCarga} + \beta_{33} \text{Cuernos Sexo} + \beta_{34} \text{Cuernos Mezcla} + \beta_{35} \text{Cuernos Origen} + \\ & \beta_{36} \text{DensCorral DensCarga} + \beta_{37} \text{DensCorral Sexo} + \beta_{38} \text{DensCorral Mezcla} + \\ & \beta_{39} \text{DensCorral Origen} + \beta_{40} \text{DensCarga Sexo} + \beta_{41} \text{DensCarga Mezcla} + \beta_{42} \\ & \text{DensCarga Origen} + \beta_{43} \text{Sexo Mezcla} + \beta_{44} \text{Sexo Origen} + \beta_{45} \text{Mezcla Origen} + \end{aligned}$$

$$\beta_{46} \text{ TiempTrans2} + \beta_{47} \text{ DisReco2} + \beta_{48} \text{ CaracCamion2} + \beta_{49} \text{ Cuernos2} + \beta_{50} \text{ DensCorral2} + \beta_{51} \text{ DensCarga2} + \beta_{52} \text{ Sexo2} + \beta_{53} \text{ Mezcla2} + \beta_{54} \text{ Origen2}$$

donde la Cantidad de Lesiones: variable dependiente,  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6, \beta_7, \beta_8, \beta_9, \beta_{10}, \beta_{11}, \beta_{12}, \beta_{13}, \beta_{14}, \beta_{15}, \beta_{16}, \beta_{17}, \beta_{18}, \beta_{19}, \beta_{20}, \beta_{21}, \beta_{22}, \beta_{23}, \beta_{24}, \beta_{25}, \beta_{26}, \beta_{27}, \beta_{28}, \beta_{29}, \beta_{30}, \beta_{31}, \beta_{32}, \beta_{33}, \beta_{34}, \beta_{35}, \beta_{36}, \beta_{37}, \beta_{38}, \beta_{39}, \beta_{40}, \beta_{41}, \beta_{42}, \beta_{43}, \beta_{44}, \beta_{45}, \beta_{46}, \beta_{47}, \beta_{48}, \beta_{49}, \beta_{50}, \beta_{51}, \beta_{52}, \beta_{53}$  y  $\beta_{54}$ : parámetros estimados por el modelo de regresión múltiple, Tiemp Trans: Tiempo de Transporte en minutos, Dis Reco: Distancia recorrida, CaracCamion: Características del camión, Cuernos: presencia de cuernos, DensCorral: Densidad del corral de espera, DensCarga: Densidad de carga del camión, Sexo, Mezcla: Mezcla de animales y Origen: Origen de la hacienda, sus interacciones y sus efectos cuadrados..

- Se realizó regresión múltiple para definir la relación existente entre el pH elevado de la canal y el manejo previo a faena; utilizando la opción stepwise del modelo definido por:

$$\begin{aligned} pH = & \beta_0 + \beta_1 \text{ Ayuno} + \beta_2 \text{ ITH} + \beta_3 \text{ CaracCamion} + \beta_4 \text{ Cuernos} + \beta_5 \text{ DensCorral} + \\ & \beta_6 \text{ DensCarga} + \beta_7 \text{ DescTrans} + \beta_8 \text{ Mezcla} + \beta_9 \text{ Origen} + \beta_{10} \text{ Ayuno ITH} + \beta_{11} \\ & \text{Ayuno CaracCamion} + \beta_{12} \text{ Ayuno Cuernos} + \beta_{13} \text{ Ayuno DensCorral} + \beta_{14} \text{ Ayuno} \\ & \text{DensCarga} + \beta_{15} \text{ Ayuno DescTrans} + \beta_{16} \text{ Ayuno Mezcla} + \beta_{17} \text{ Ayuno Origen} + \beta_{18} \\ & \text{ITH CaracCamion} + \beta_{19} \text{ ITH Cuernos} + \beta_{20} \text{ ITH DensCorral} + \beta_{21} \text{ ITH} \\ & \text{DensCarga} + \beta_{22} \text{ ITH DescTrans} + \beta_{23} \text{ ITH Mezcla} + \beta_{24} \text{ ITH Origen} + \beta_{25} \\ & \text{CaracCamion Cuernos} + \beta_{26} \text{ CaracCamion DensCorral} + \beta_{27} \text{ CaracCamion} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{DensCarga} + \beta_{28} \text{CaracCamion DescTrans} + \beta_{29} \text{CaracCamion Mezcla} + \beta_{30} \\
 & \text{CaracCamion Origen} + \beta_{31} \text{Cuernos DensCorral} + \beta_{32} \text{Cuernos DensCarga} + \beta_{33} \\
 & \text{Cuernos DescTrans} + \beta_{34} \text{Cuernos Mezcla} + \beta_{35} \text{Cuernos Origen} + \beta_{36} \\
 & \text{DensCorral DensCarga} + \beta_{37} \text{DensCorral DescTrans} + \beta_{38} \text{DensCorral Mezcla} + \\
 & \beta_{39} \text{DensCorral Origen} + \beta_{40} \text{DensCarga DescTrans} + \beta_{41} \text{DensCarga Mezcla} + \\
 & \beta_{42} \text{DensCarga Origen} + \beta_{43} \text{DescTrans Mezcla} + \beta_{44} \text{DescTrans Origen} + \beta_{45} \\
 & \text{Mezcla Origen} + \beta_{46} \text{Ayuno}^2 + \beta_{47} \text{ITH}^2 + \beta_{48} \text{CaracCamion}^2 + \beta_{49} \text{Cuernos}^2 + \beta_{50} \\
 & \text{DensCorral}^2 + \beta_{51} \text{DensCarga}^2 + \beta_{52} \text{DescTrans}^2 + \beta_{53} \text{Mezcla}^2 + \beta_{54} \text{Origen}^2
 \end{aligned}$$

donde pH: variable dependiente,  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6, \beta_7, \beta_8, \beta_9, \beta_{10}, \beta_{11}, \beta_{12}, \beta_{13}, \beta_{14}, \beta_{15}, \beta_{16}, \beta_{17}, \beta_{18}, \beta_{19}, \beta_{20}, \beta_{21}, \beta_{22}, \beta_{23}, \beta_{24}, \beta_{25}, \beta_{26}, \beta_{27}, \beta_{28}, \beta_{29}, \beta_{30}, \beta_{31}, \beta_{32}, \beta_{33}, \beta_{34}, \beta_{35}, \beta_{36}, \beta_{37}, \beta_{38}, \beta_{39}, \beta_{40}, \beta_{41}, \beta_{42}, \beta_{43}, \beta_{44}, \beta_{45}, \beta_{46}, \beta_{47}, \beta_{48}, \beta_{49}, \beta_{50}, \beta_{51}, \beta_{52}, \beta_{53}$  y  $\beta_{54}$ : parámetros estimados por el modelo de regresión múltiple, Ayuno: minutos de ayuno, ITH, CaracCamion: Características del camión, Cuernos: presencia de cuernos, DensCorral: Densidad del corral de espera, DensCarga: Densidad de carga del camión, DescTrans. Descanso durante el transporte, Mezcla: Mezcla de animales y Origen: Origen de la hacienda, sus interacciones y sus efectos cuadrados.

## IV. RESULTADOS

### IV.1. Períodos de muestreo y datos climatológicos

Los muestreos fueron realizados en un período comprendido de un año, por lo que se han podido registrar amplios rangos de temperaturas, humedad, por ende variación en el Índice de Temperatura ambiente y Humedad relativa del aire, y se han presentado solo dos muestreos con lluvias; tal como se puede observar en la tabla IV.1.

Fecha de muestreo	T. min	T. max	HumRel	Lluvia (ml)	ITH
may-11	8,5	23	93	0	73,028
jun-11	1,5	15	73	0	58,988
jul-11	7	20	72	0	66,632
ago-11	12	25	94	0	76,614
sep-11	5	23	77	0	71,652
oct-11	11	21,5	77	0	69,282
nov-11	16	29,5	73	0	81,318
dic-11	16	30	95	5	85,52
ene-12	20	34	82	0	90,012
feb-12	18	29	10	0	71,35
mar-12	19	25	85	0,5	75,66
abr-12	17	29	84	0	82,154

Tabla IV.1. Datos del tiempo observados durante los meses de muestreo.

### IV.2. Características de los animales

Los animales que fueron muestreados (n= 228) pertenecían en un 96% a la raza Holando Argentina y el resto cruza; 179 eran machos (78,5%) y el resto hembras (21,5%).

La distribución según las categorías fue de 10 terneras (4,4%), 14 vaquillonas (6%), 25 vacas (11%), 17 terneros (7,5%), 67 novillitos (29,4%), 80 novillos (35,1%) y 15 toros (6,6%).

Se ha observado también la presencia de cuernos entre los lotes de cada muestreo, resultando solo dos grupos compuestos por todos animales mochos y el resto contaba con alguno con cuernos ver gráfico IV.1.

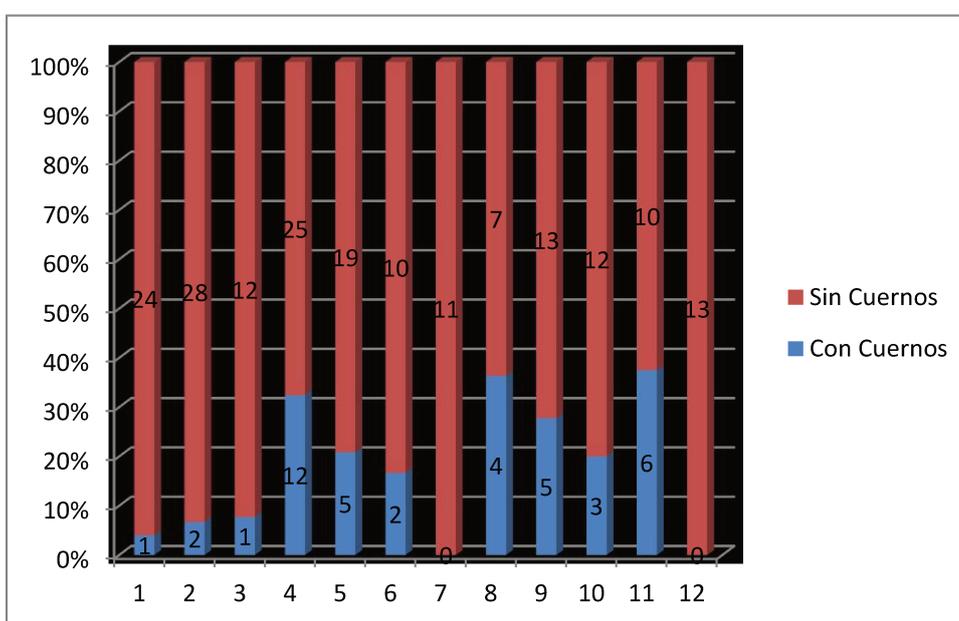


Gráfico IV.1. Relación existente entre animales que poseen o no cuernos en los lotes mixtos.

### IV.3. Caracterización del transporte

#### IV.3.1. Caracterización de los transportistas

La edad media de los transportistas fue de 42 años, con un mínimo de 26 y un máximo de 49 años. La antigüedad laboral en el rubro de un promedio de 12 años, con un rango que se entendió desde los 3 a los 27 años de antigüedad. El 91,6 % (11

personas) había completado sus estudios primarios, mientras que un 8,3% (1 persona) completó sus estudios secundarios.

Once de los doce camioneros encuestados manifestaron que les gustaría recibir información y capacitación sobre el bienestar animal, ya que solamente dos de ellos habían recibido alguna formación al respecto.

#### IV.3.2. Procedencia de los transportes y origen de la hacienda

En la tabla IV.2 se puede observar que la procedencia de los camiones correspondió a las provincias de Santa Fe, Córdoba y Santiago del Estero. También se detalla la distancia recorrida que va de los 20 km a los 250 km, así como la duración del viaje, siendo el tiempo de recorrido más corto de 30 minutos y el más largo de 270 minutos.

Procedencia	Distancia Recorrida	Tiempo de Transporte
Colonia 2 Hermanos	20 km	30 min
Brinkmann	30 km	90 min
Villa Trinidad	65 km	60 min
Balnearia	70 km	90 min
Sunchales	70 km	90 min
Monte Oscuridad	75 km	60 min
MoisesVille	100 km	90 min
Sunchales	100 km	120 min
Rafaela	120 km	120 min
Santiago del Estero	145 km	240 min
Colonia Rosa	150 km	150 min
Monte Vera	250 km	270 min

Tabla IV.2: Procedencia, distancias en kilómetros y tiempos del recorrido.

Los animales procedieron directamente del campo en un 83,33%. Cinco transportes provenían de un solo establecimiento y cinco transportaron animales de más de un establecimiento. De estos últimos, cuatro poseían división ya sea por acoplado o puerta

separadora y uno no contaba con división. Uno de los camiones restantes llegó con más de un lote contaba división necesaria para el confort de los animales, y otro cargó un lote de animales en una feria cuya procedencia original era del campo.

En la tabla IV.3 se puede observar la cantidad de animales transportados por cada uno de ellos.

Muestreo				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	1 establecimiento	1 lote		13							11		15	16	13
Directo del campo	Más de un establecimiento	Con división	1	9	20			10				8			
			2	8	10			5				10			
			3					9							
		Sin división								12					
Feedlot	Más de un lote	Con división	1				18								
			2				19								
Feria	Directo de campo	1 lote									11				

Tabla IV.3: Cantidad de animales según el origen

#### IV.4. Caracterización de los transportes

Siete camiones (58,3%) poseían sólo un compartimento en donde los animales se pueden alojar; 4 camiones (33,3 %) poseían 2 compartimentos y un solo camión (8,3 %) poseía los tres compartimentos con divisiones.

En la tabla IV.4 se puede observar que la mayoría de las unidades transportadoras contaba con pisos, paredes y techos en buen estado.

	Pisos	Paredes	Techos
Bueno	8 (66,66%)	8 (66,66%)	11(91,66%)
Regular	3 (25%)	3 (25%)	
Malo	1 (8,33%)	1 (8,33%)	1 (8,33%)

*n=12*

Tabla IV.4: Características de los camiones

En cuanto a la presencia y funcionalidad de los rodillos, se observó que siete camiones (58,3%) si los poseían, mientras que cinco camiones (42,67 %) no contaban con los mismos. Seis contaban con rodillos que funcionaban de manera correcta.

#### **IV.5. Caracterización de la descarga**

La descarga realizada en el frigorífico fue llevada a cabo tanto por los transportistas como por el “corralero” del establecimiento faenador. El tiempo desde el ingreso del camión al establecimiento hasta que se inicia la descarga fue de 5 a 15 minutos. La metodología de descarga en el 50% (6) de los casos fue incentivada por gritos por parte del transportista, en el 25% (3) sometieron a los animales a patadas; y un transportista utilizó picana. Solamente en 2 oportunidades no se utilizaron estímulos sobre los animales para su descarga.

#### **IV.6. Descanso en matadero**

Una vez descargados los animales se les realiza el pesaje y se los conduce al corral de descanso el tiempo exigido por el SENASA que varía entre 18 y 24 horas.

#### **IV.7. Descripción de las contusiones**

##### **IV.7.1. Descripción de animales *in vivo***

Los animales arribados al establecimiento en sus respectivos camiones no han presentado ningún tipo de contusiones visibles, fracturas o muertes.

#### IV.7.2. Frecuencia de contusiones en las canales

En el gráfico IV.2, se observa la frecuencia de canales con contusiones. Entre los 228 animales analizados, el 88,6 % (202) presentaron contusiones. El 70% (161) de los animales presentaban de 1 a 6 contusiones, un 12,7% de ellos (29) de 7 a 9 contusiones, y el 5,3 % restante (12 animales), de 10 a 12 contusiones.

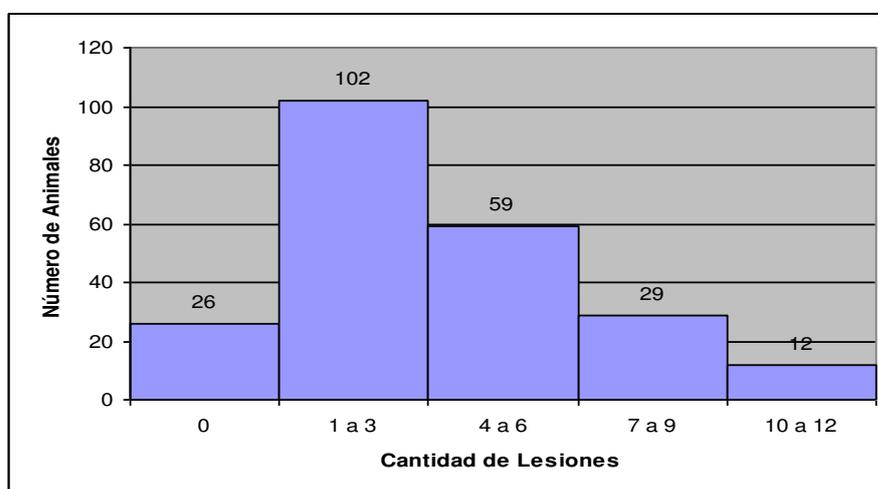


Gráfico IV.2: Frecuencia de animales según cantidad de contusiones

#### IV.7.3. Descripción de las características de contusiones en canales.

Se encontraron un total de 832 contusiones en los animales muestreados. En tabla número IV.5, se puede observar la aparición de las contusiones y sus características.

Característica		Frecuencia	Porcentaje
Localización anatómica	Costo abdominal	255	30,6%
	Lomo	131	15,7%
	Paleta	219	26,32%
	Pierna	227	27,28%
Profundidad	1° Grado	626	75,24%
	2° Grado	206	24,76%
	3° Grado	0	0%
Severidad	< 2 cm	35	4,21%
	2-8 cm	353	42,42%
	8-16 cm	261	31,37%
	>16 cm	183	22%
Color	Rosada-roja	583	70,07%
	Amarillenta	7	0,84%
	Azulada	242	29,09%
Forma	Circular	100	12,2%
	Irregular	671	80,65%
	Lineal	26	3,13%
	Paralelas	14	1,68%
	Puntilladas	21	2,52%

Tabla IV.5: Características de las contusiones

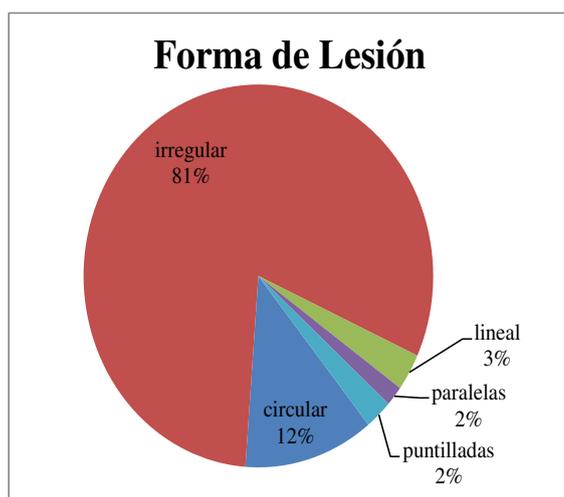


Gráfico IV.3: Forma de la Lesión

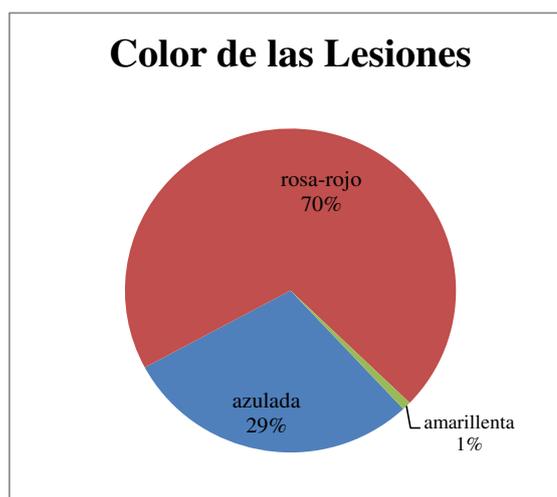


Gráfico IV.4: Color de lesión

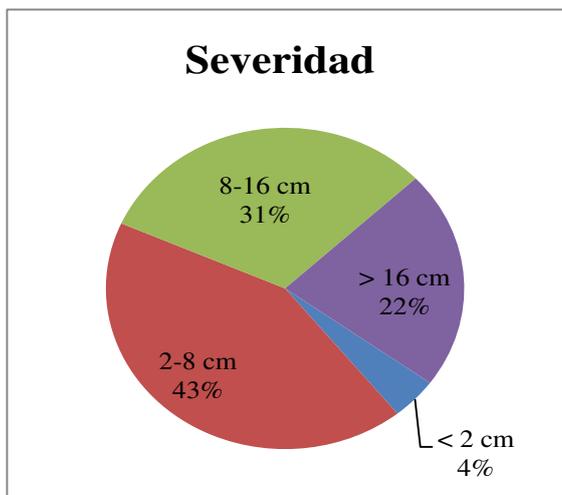


Gráfico IV.5: Severidad de contusiones

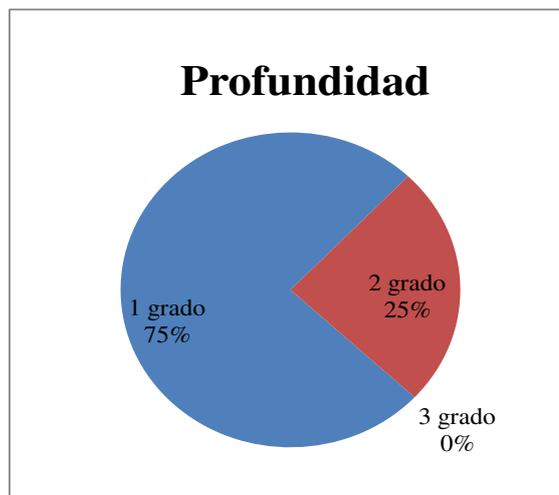


Gráfico IV.6: Profundidad de las contusiones

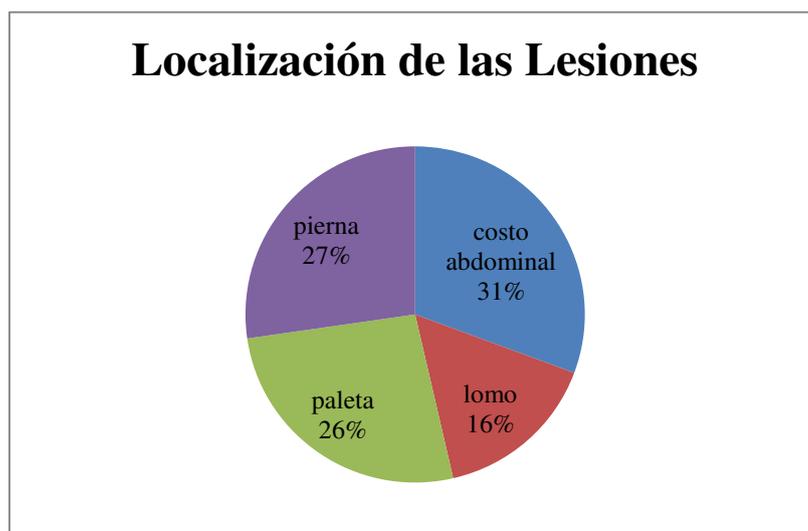


Gráfico IV.7: Localización de las contusiones

#### IV.7.3.1. Relación entre las características de las contusiones

Se hallaron las relaciones de color - profundidad y severidad - localización en las contusiones con forma circular (Tabla IV.6).

En cuanto a las contusiones con forma irregular, se hallaron relaciones entre color y profundidad, color y localización, severidad y profundidad, severidad y localización, y profundidad y localización.

En las contusiones con forma lineal se han encontrado relación entre severidad y localización; y en aquellas con forma paralela se ha encontrado relación entre la profundidad y la localización.

Forma	Característica	X <sup>2</sup>	Df	p-valor	Fisher(p-valor)	Relación
Circular	Color-Severidad	1,48	3	0,6861	0,0001	NO
	Color-Profundidad	21,12	1			SI
	Color-Localización	2,88	3	0,4102		NO
	Severidad-Profundidad	2,15	3	0,5416		NO
	Severidad-Localización	19,58	9	0,0207		SI
	Profundidad-Localización	4,01	3	0,2607		NO
Irregular	Color-Severidad	9,24	6	0,1606		NO
	Color-Profundidad	50,52	2	0		SI
	Color-Localización	37,91	6	0		SI
	Severidad-Profundidad	9,35	3	0,025		SI
	Severidad-Localización	134,71	9	0		SI
	Profundidad-Localización	25,88	3	0		SI
Lineal	Color-Severidad	3,76	3	0,2887	0,1692	NO
	Color-Profundidad	2,95	1			NO
	Color-Localización	2,25	3	0,5227		NO
	Severidad-Profundidad	1,86	3	0,6026		NO
	Severidad-Localización	20,07	9	0,0175		SI
	Profundidad-Localización	5,88	3	0,1175		NO
Paralela	Color-Severidad	3,96	2	0,1381	0,7857	NO
	Color-Profundidad	0,29	1			NO
	Color-Localización	1,04	2	0,5941		NO
	Severidad-Profundidad	1,44	2	0,4878		NO
	Severidad-Localización	3,88	4	0,4227		NO
	Profundidad-Localización	6,46	2	0,0395		SI
Puntillada	Color-Severidad	2,62	3	0,4531		NO
	Color-Localización	0,79	3	0,8525		NO
	Severidad-Localización	8,17	9	0,5174		NO

Tabla IV.6: Relación entre las características de las contusiones

#### IV.7.4. Expurgos por contusiones

A 23 de los 228 (10 %) animales se les ha realizado un expurgo debido a la lesión que presentaban en la res, con un promedio de 302 gramos por expurgo y un total de aproximadamente 7 kg. El porcentaje de expurgo por res varió entre 0,08 y 0,14%. En tabla IV.7 puede observar los parámetros estadísticos de los expurgos realizados.

Medidas de Resumen	<i>Peso de Expurgue (gramos)</i>	<i>% de expurgue por res</i>
Media	302,61	0,11
Desviación estándar	285,93	0,08
Rango	(60 – 1520)	(0,03 – 0,41)
Suma	6960	2,48
Nivel de confianza (95 %)	302,61 ± 123,65	0,11 ± 0,03

*n*= 23.

Tabla IV.7: Parámetros estadísticos de los expurgos realizados

#### IV.7.5. Frecuencia de contusiones según el sexo

En Tabla IV.8 se puede observar que el 97,96 % (48) de las hembras que arribaron al frigorífico presentaron contusiones con un promedio de 4,7 cada una, mientras que fueron menos los machos que presentaron contusiones (86,03 %) y con un promedio inferior de contusiones por animal (3,92). No existió homogeneidad en la presentación de contusiones entre machos y hembras ( $\chi^2=5,432$ ;  $P<0,05$ ).

	<i>Machos</i>	<i>Hembras</i>
Animales con Contusiones	154	48
Porcentaje de animales con contusiones	86,03	97,96
Promedio de contusiones por animal	3,92	4,75
Total de animales	179	49

Tabla IV.8. Presencia de contusiones en machos y hembras

En gráfico IV.8, se puede observar que un 48 % de los machos (86) presentaron entre 1 y 3 contusiones, mientras que el 44,9 % (22) de las hembras presentaron entre 4 y 6 contusiones, lo cual indicó una tendencia de las hembras a presentar mayor cantidad de contusiones por animal respecto de los machos.

A su vez, 25 machos (13,97 %) y solo una de las hembras (2,04 %) no presentaban contusiones.

Es notable que el mayor porcentaje de los machos y hembras, 68,7% y 77,55%, respectivamente, presentaron de 1 a 6 contusiones.

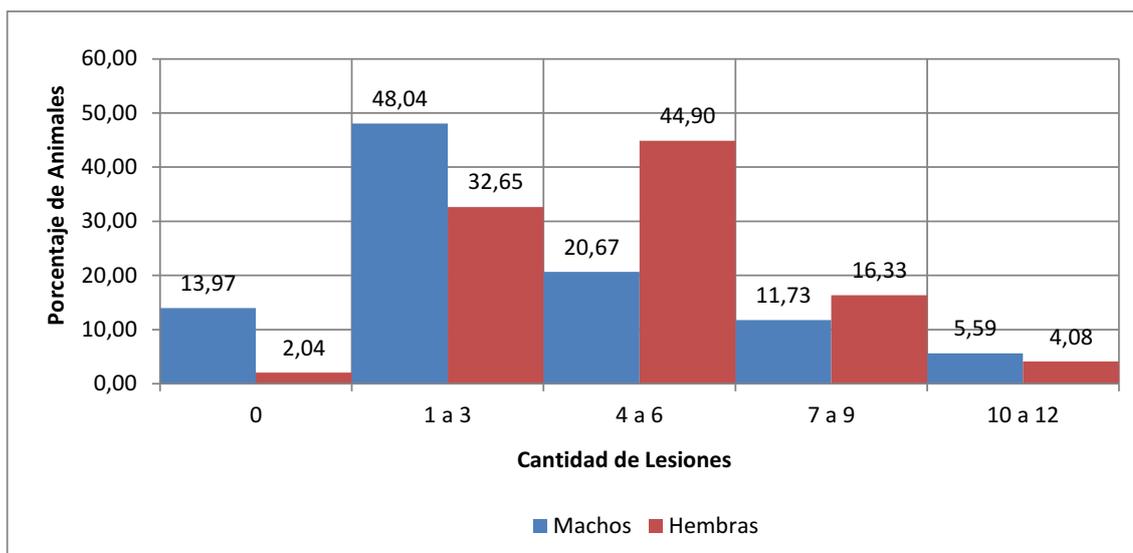


Gráfico V.8: Frecuencia de animales machos y hembras según la cantidad de contusiones.

**IV.7.6. Frecuencia de contusiones según categoría:** se consideraron las siguientes categorías: terneros machos (TM), terneros hembras (TH), novillitos (NT), vaquillonas (VQ), novillos (NO), vacas (VA) y toros (TO)

En Tabla IV.9 se puede observar que los terneros presentaron un promedio de 2 a 3 contusiones por canal, los novillitos y vaquillonas de 3 a 4; y novillos, toros y vacas de 4 a 5 contusiones. Existe una marcada influencia de la edad en la cantidad de contusiones por animal así, aumentando la cantidad de contusiones con la edad.

	TM - TH	NT - VQ	NO	TO - VA
Animales con Contusiones	19	79	68	36
Porcentaje de animales con contusiones	70,37	97,53	85	90
Promedio de contusiones por animal	2,68	3,87	4,62	4,47
Total de animales	27	81	80	40

Tabla IV.9. Presencia de contusiones en las diferentes categorías

En el gráfico IV.9, se puede observar que el 29,6 % de los terneros (8), no presentaban contusiones, el 48,1 % (13) presentaban entre 1 y 3 contusiones, mientras que el 85,2 % (69) de los novillitos y vaquillonas presentan entre 1 y 6 contusiones. Además se puede observar que las dos categorías que superan los dos años de edad (Novillos y Vacas – Toros) presentan distribuciones similares con un máximo cercano al 43 % de animales con 1 a 3 contusiones.

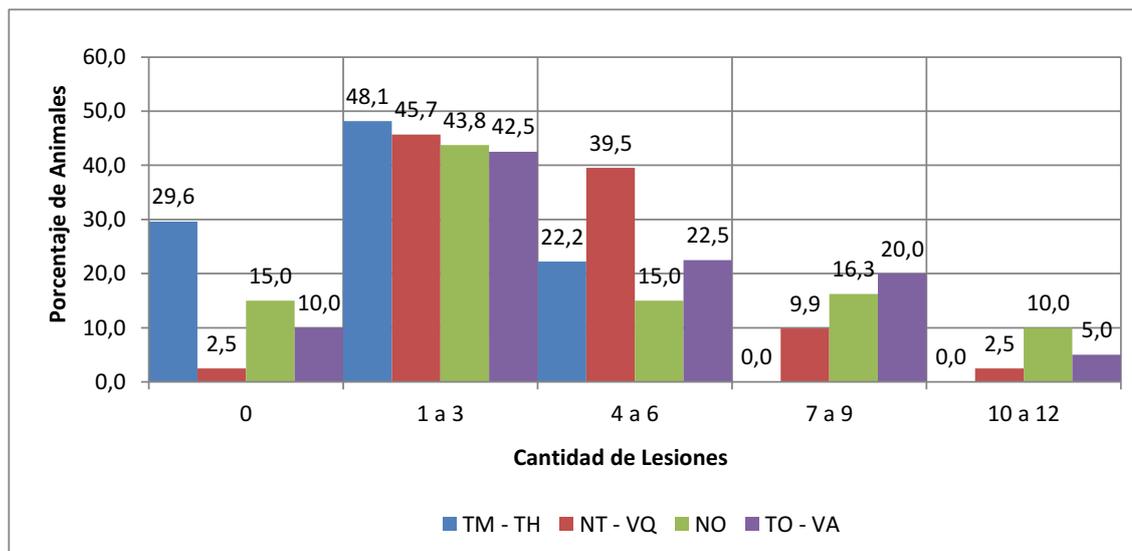


Gráfico V.9. Frecuencia de animales lesionados según su categoría.

#### IV.7.7. Frecuencia de contusiones según tiempo de transporte

En Tabla IV.10 se puede observar que cuando el tiempo de transporte no fue mayor a 60 minutos los animales presentaron un promedio de 2 a 3 contusiones. Superado los 60 minutos, y con cualquier duración de transporte, el número promedio de contusiones por animal fue de 4 a 5.

El porcentaje de animales con contusiones aumenta progresivamente en la medida que se incrementa el tiempo de transporte.

	[30 - 60]	(60 - 90]	(90 - 120]	> 120
Animales con Contusiones	44	54	54	50
Porcentaje de animales con contusiones	81,48	83,07	94,74	96,15
Promedio de contusiones por animal	2,36	4,78	4,65	4,38
Total de animales	54	65	57	52

Tabla IV.10: Presencia de contusiones según tiempo de transporte (en minutos)

En grafico IV.10, se puede observar que cuando el tiempo de transporte fue menor a 60 minutos el 68,5 % (137) de los animales presentaba de 1 a 3 contusiones; mientras que si el tiempo se excedía de la hora el 79 % (158) de los animales presentó entre 4 y 5 contusiones en promedio.

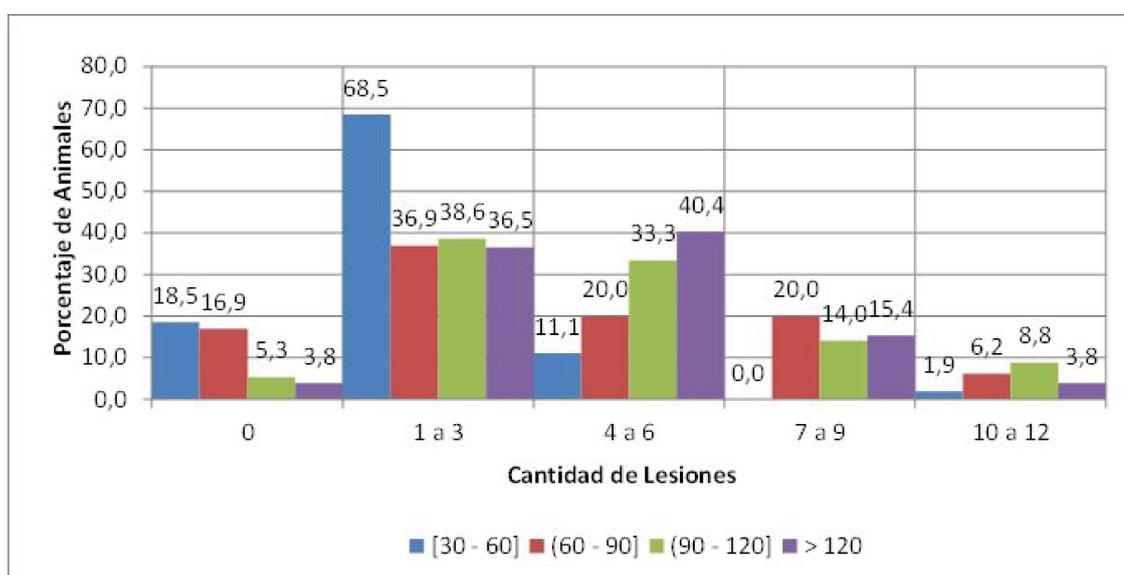


Gráfico IV.10: Frecuencia de animales lesionados según el tiempo de transporte.

#### IV.7.8. Frecuencia de contusiones según distancia de transporte

En Tabla IV.11 se puede observar que cuando la distancia de transporte superaba los 100 Km, aumentaron tanto el porcentaje de animales lesionados como la cantidad promedio de contusiones por animal.

Tabla IV.11: Presencia de contusiones según tiempo de transporte (en kilómetros)

	<100	≥100
Animales con Contusiones	74	128
Porcentaje de animales con contusiones	77,89	96,24
Promedio de contusiones por Animal	2,74	4,91
Total de animales	95	133

Se observó que cuando la distancia de transporte fue menor a 100 Km, un 22,11 % de los animales (21) no presentaron contusiones, mientras que solo el 3,76 % (5) no presentan contusiones si la distancia de transporte excedía los 100 Km (gráfico IV.11). El 27,82 % de los animales (37) que recorrieron más de 100 Km presentaron entre 7 y 12 contusiones.

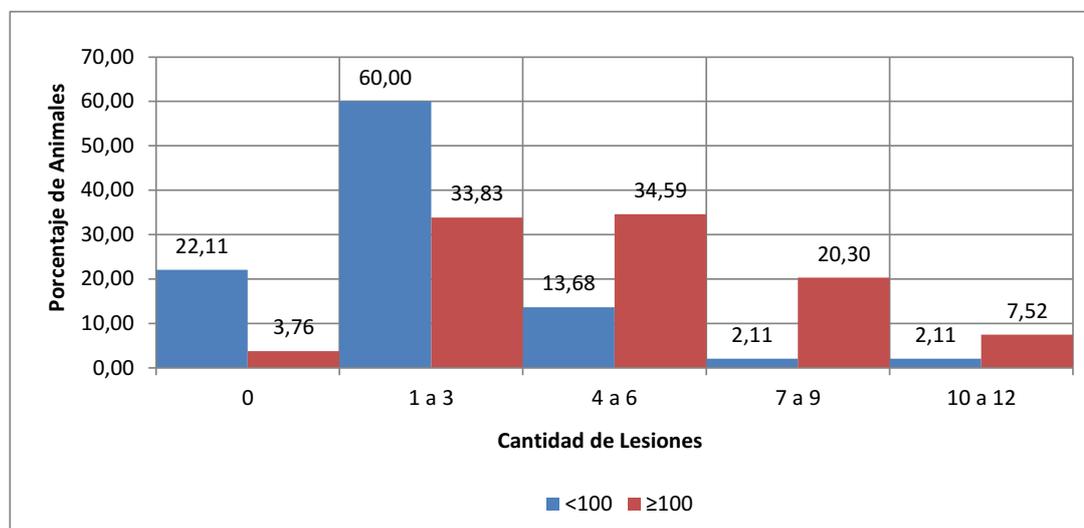


Gráfico IV.11: Frecuencia de animales lesionados según distancia de transporte.

#### IV.7.9. Frecuencia de contusiones según las características del medio de transporte

En Tabla IV.12 se puede observar que la presencia de animales con mayor número de contusiones se dio en aquellos transportes que poseían características buenas, seguidos por los de regular estado, mientras que los transportes con menos requisitos cumplidos tenían solo presentaron diez animales lesionados. Lo mismo sucede con el promedio de contusiones que se presentaron por animal: en camiones de buen estado los animales tuvieron casi seis contusiones, mientras que en aquellos que presentaron y mal estado solo llegaron a un promedio de tres contusiones promedio por animal.

	Estado del transporte		
	Bueno	Regular	Malo
Animales con Contusiones	139	53	10
Porcentaje de animales con contusiones	99,29	69,74	83,33
Promedio de contusiones por Animal	5,20	1,58	2,5
Total de animales	140	76	12

Tabla IV.12. Presencia de contusiones según la característica del transporte

En grafico IV.12, se puede observar que aquellos transportes con buenas características en pisos, paredes y techos se encontró casi un 30% de animales con entre 7 y 12 contusiones por animal. En camiones de regulares características 23 animales no han mostrado ningún tipo de lesión y 52 de ellos presentaron entre 1 y 3 contusiones. Mientras que los vehículos con malas condiciones no presentaron animales que tengan más de seis contusiones, y casi el 17% de ellos no tenía contusiones.

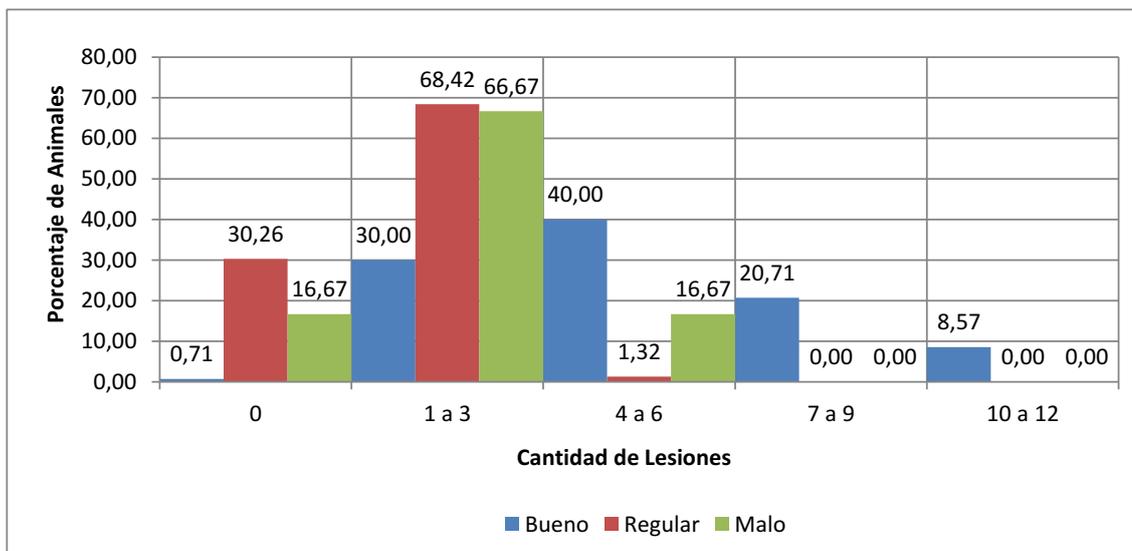


Gráfico IV.12: Frecuencia de animales lesionados según características del transporte.

#### IV.7.10. Frecuencia de contusiones según las características de los rodillos del medio de transporte

En Tabla IV.13 se puede observar las proporciones de animales con contusiones y de contusiones por animal, según si el vehículo contaba o no con rodillos. El 91,85% de los animales (124 de 135) presentaron contusiones en camiones que poseían rodillos, con un promedio de cinco contusiones por cada individuo; mientras que cuando el mismo no contaba con rodillos el 83,87% de los animales (78 de 93) presentaba contusiones con un promedio de dos contusiones por canal.

	Presencia	Ausencia
Animales con Contusiones	124	78
Porcentaje de animales con contusiones	91,85	83,87
Promedio de contusiones por Animal	5,19	2,41
Total de animales	135	93

Tabla IV.13. Presencia de contusiones según la presencia de rodillos en los transportes.

En gráfico V.13 se puede observar que la mayor proporción de animales que arribaron en transportes sin rodillos presentaron contusiones en el rango de 1 a 3; solo uno de ellos en el rango de 10 y 12 y 15 de ellos no posee contusiones en sus canales. Por otro lado, en los transportes que contaban con rodillos funcionales, solo 11 de 135 animales no presentaron contusiones, 39 tenían entre 1 y 3 contusiones, 74 entre 4 y 9 contusiones, y once de ellos presentaron el máximo de 10 a 12 contusiones por animal.

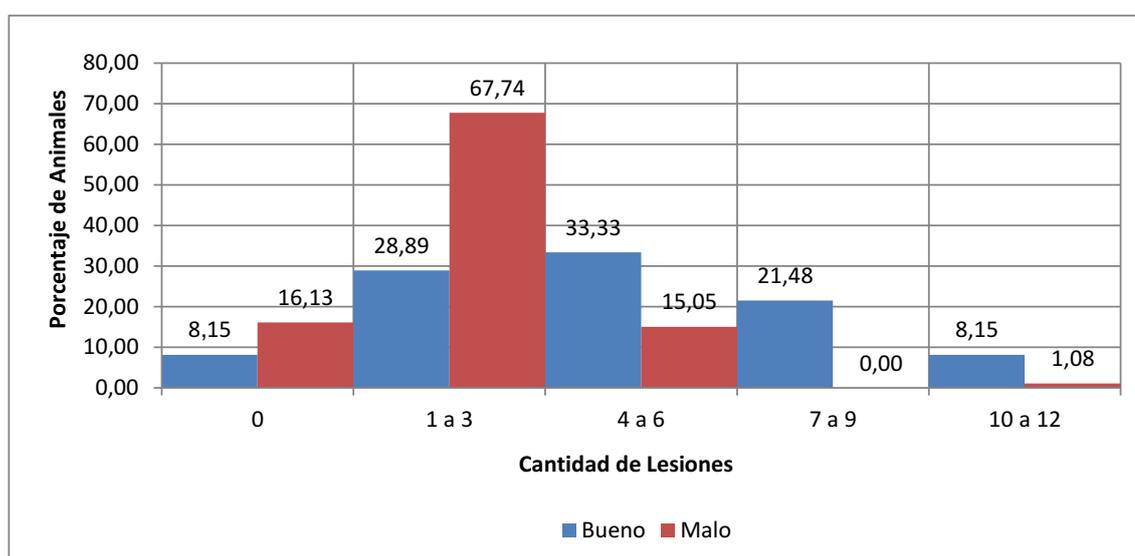


Gráfico IV.13. Frecuencia de animales lesionados según características del transporte.

#### IV.7.11. Frecuencia de contusiones según origen de la hacienda

En Tabla IV.14 se puede observar que cuando la hacienda provenía de sistemas de estabulación (feedlot), el 100 % de los animales posee algún tipo de lesión, con un promedio de 5,37 contusiones por animal.

En el gráfico IV.14 se observa que la mayor proporción de número de contusiones por canal correspondió al rango de 1 a 3, tanto en aquellos animales que provenían directamente del campo como en los que habían pasado por remates feria. En el caso de

los animales que provinieron de feedlot, la mayor proporción correspondió al rango de 4 a 6 contusiones por canal.

	Directo del campo	Feedlot	Feria
Porcentaje de animales con contusiones	87,22	100	72,73
Promedio de contusiones por Animal	3,97	5,37	1,13
Total de animales	180	37	11

Tabla IV.14: Presencia de contusiones según origen de la hacienda

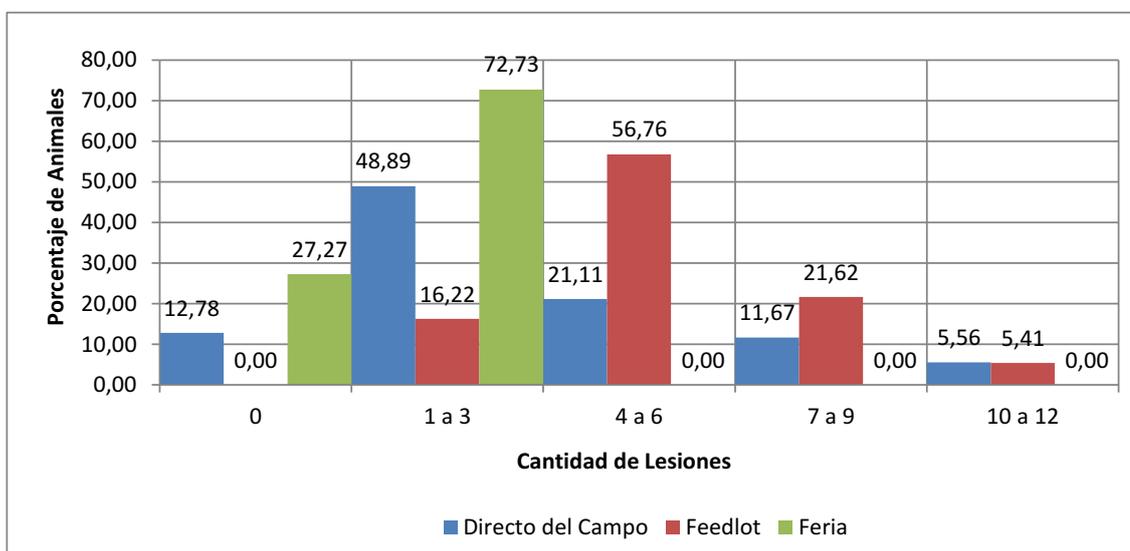


Gráfico IV.14. Frecuencia de animales lesionados según origen de la hacienda.

#### IV.7.12. Frecuencia de contusiones según haya mezcla de animales o no

En Tabla IV.15 se puede observar que aquellos grupos de animales en los que se realizaron mezcla de los mismos (ya sea machos con hembras, distintos lotes, entre otros) el 83,33% (10) de ellos presentaron contusiones y en un promedio de casi 3 por cada uno; mientras que en aquellos que se habían seguido los parámetros indicados en cuanto al bienestar animal, el 88,89% (192) presentó alguna lesión y el promedio de las mismas por canal fue de cuatro contusiones.

	No Mezcla	Mezcla
Animales con Contusiones	192	10
Porcentaje de animales con contusiones	88,89	83,33
Promedio de contusiones por Animal	4,20	2,5
Total de animales	216	12

Tabla IV.15. Presencia de contusiones según exista o no mezcla de animales.

En gráfico IV.15 se puede observar que cuando se mezclaron lotes de animales, 11 de los 12 animales (92 %) presentaron contusiones; mientras que cuando no se mezclaron, 192 de 216 animales (89 %) presentaron contusiones. De estos últimos, 151 animales presentaron entre 1 y 6 contusiones cada uno y 41 entre 7 y 12 contusiones.

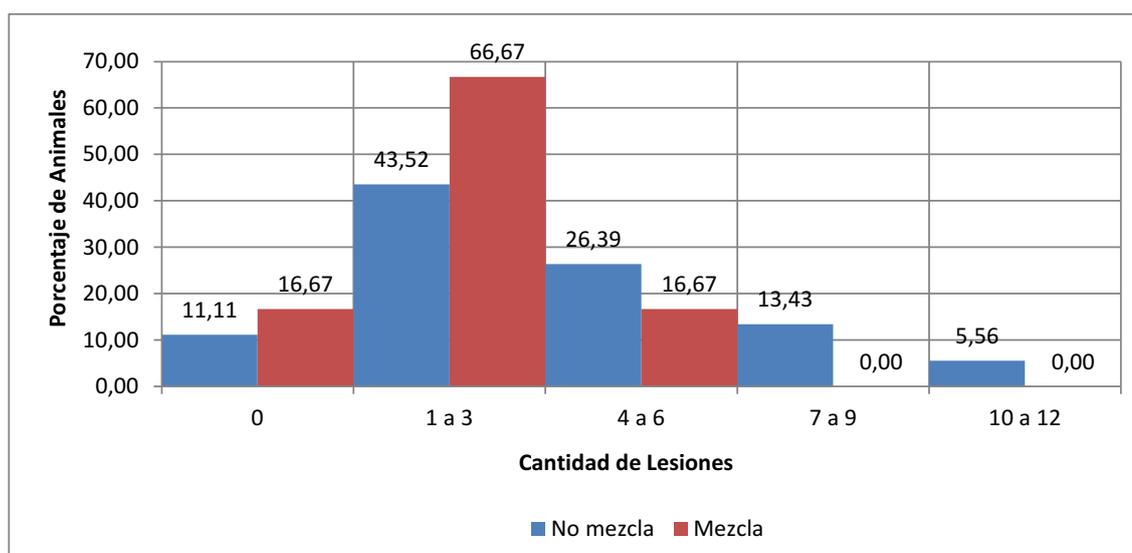


Gráfico IV.15: Frecuencia de animales lesionados según se mezclen o no animales.

#### IV.7.13. Frecuencia de contusiones en animales con cuernos y sin ellos.

En Tabla IV.16 se puede observar que aquellos grupos de animales en los que había individuos con cuernos, tanto el porcentaje de afectados (93 %) como la cantidad de

contusiones que poseía cada animal fueron más elevados, llegando a un promedio de 4 a 5 contusiones por canal.

	Sin cuernos	Con cuernos
Animales con Contusiones	15	187
Porcentaje de animales con contusiones	55,56	93,03
Promedio de contusiones por Animal	1,4	4,34
Total de animales	27	201

Tabla IV.16: Presencia de contusiones según exista o no animales con cuernos.

En gráfico IV.16 se puede observar que cuando existen animales con cuernos el lote se ve afectado gravemente, llegando a tener casi un 50 % de los animales entre 4 y 12 contusiones, mientras que en aquellos lotes en los cuales no existían animales con cuernos, no hubo canales que presentaran más de 3 contusiones.

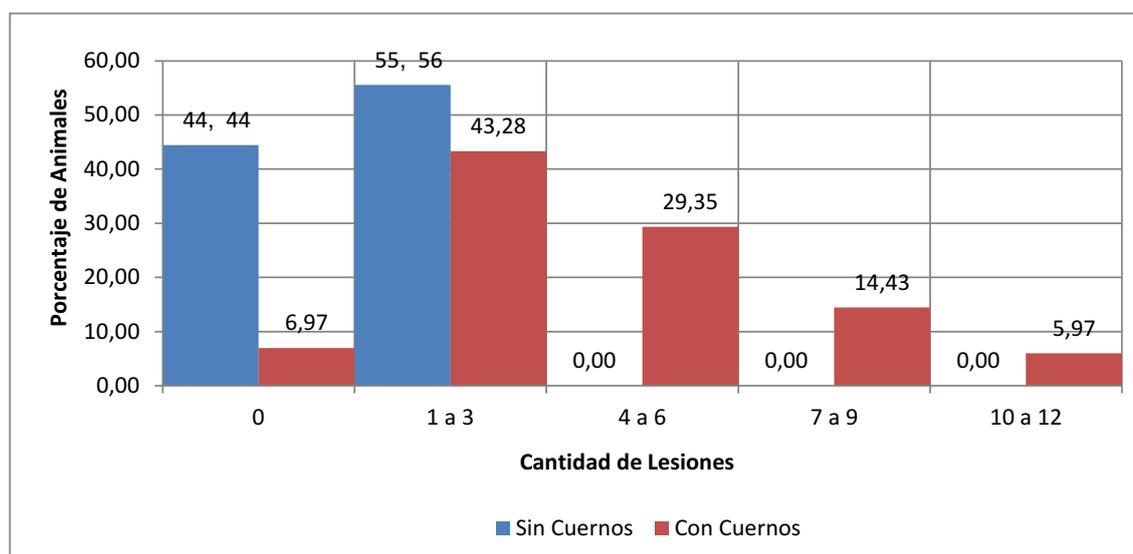


Gráfico IV.16. Frecuencia de animales lesionados según haya o no animales con cuernos.

#### IV.7.14. Frecuencia de contusiones según la densidad de carga en camiones.

En la Tabla IV.17 se observa que la totalidad de los animales presentaron contusiones cuando la densidad de carga era la adecuada, con un promedio de cinco contusiones por res; mientras que si la carga era mayor o menor, un porcentaje menor de animales en ambos casos (86 % aproximadamente) presentaron un menor número promedio de contusiones (3-4) por animal.

	Sobrecarga	Carga Normal	Carga Menor
Animales con Contusiones	31	37	134
Porcentaje de animales con contusiones	86,11	100	86,45
Promedio de contusiones por Animal	3,1	5,37	4
Total de animales	36	37	155

Tabla IV.17: Presencia de contusiones según densidad de carga.

En Gráfico IV.17 se puede observar que en densidades de cargas óptimas todos los animales presentaron lesiones, y con un alto número por canal.

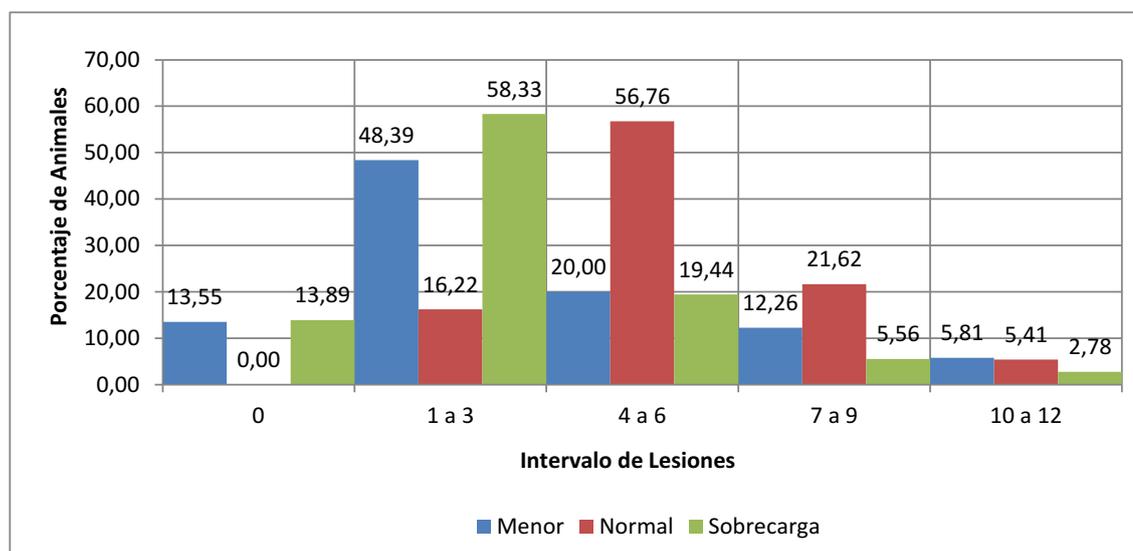


Gráfico IV.17: Frecuencia de animales lesionados según la densidad de carga.

#### IV.7.15. Frecuencia de contusiones según la densidad en corrales.

En Tabla IV.18 se puede observar que aquellos grupos de animales en los que había mayor cantidad de animales por corral presentaron entre una y dos contusiones más que en aquellos que se respetaron las densidades apropiadas. Sin embargo, el porcentaje de animales afectados fue similar.

	Densidad de Corral Adecuada	Densidad de Corral Inadecuada
Animales con Contusiones	38	164
Porcentaje de animales con contusiones	86,36	89,13
Promedio de contusiones por Animal	3,02	4,37
Total de animales	44	184

Tabla IV.18: Presencia de contusiones según la densidad de corral.

En Gráfico IV.18 se puede observar que cuando la densidad del corral es la adecuada el porcentaje de animales con un número de contusiones en el rango de 7 a 12 es menor (6,77 %) que aquellos que fueron destinados a corrales con mayor número de individuos vs. (20,65 %).

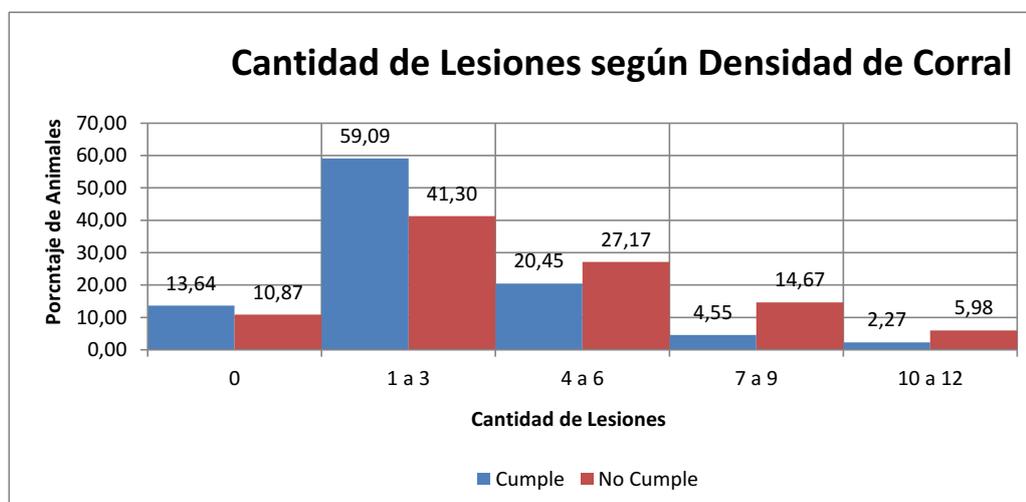


Gráfico V.18: Frecuencia de animales lesionados según la densidad de corral.

#### IV.7.16. Modelo de regresión múltiple para la frecuencia de las lesiones

En Tabla IV.19 se muestran los parámetros estadísticos significativos obtenidos mediante la opción stepwise del modelo de regresión múltiple donde el tiempo de transporte, la distancia recorrida, las características del camión, la densidad del corral, la mezcla, la densidad de carga y la interacción existente entre la presencia de animales con cuernos con la densidad de carga.

<b>Parámetros Significativos</b>	<b>Estimador</b>	<b>P-Valor</b>	
Constante	-5,13149	0,0000	
Tiemp Trans	0,02071	0,0004	
Dis Reco	0,03450	0,0000	
CaracCamion	3,48764	0,0000	
DensCorral	0,20193	0,0445	
Mezcla	7,50169	0,0000	
DensCarga	-1,95233	0,0054	
Cuernos DensCarga	1,01898	0,0492	
<b>Parámetros No Significativos</b>	<b>P-Valor</b>	<b>Parámetros No Significativos</b>	<b>P-Valor</b>
Cuernos	0,7134	Cuernos DensCorral	0,3728
Sexo	0,2965	Cuernos Sexo	0,5321
Origen	0,4164	Cuernos Mezcla	0,3484
Tiemp Trans CaracCamion	0,0732	Cuernos Origen	0,9310
Tiemp Trans Cuernos	0,3527	DensCorral DensCarga	0,5218
Tiemp Trans DensCorral	0,0622	DensCorral Sexo	0,5527
Tiemp Trans DensCarga	0,0687	DensCorral Mezcla	0,0774
Tiemp Trans Sexo	0,2532	DensCorral Origen	0,2819
Tiemp Trans Mezcla	0,0694	DensCarga Sexo	0,3416
Tiemp Trans Origen	0,3124	DensCarga Mezcla	0,0864
Dis Reco*Tiemp Trans	0,0645	DensCarga Origen	0,3268
Dis reco CaracCamion	0,0823	Sexo Mezcla	0,3796
Dis Reco Cuernos	0,6684	Sexo Origen	0,7580
Dis Reco DensCorral	0,0671	Mezcla Origen	0,0711
Dis Reco DensCarga	0,0604	Tiemp Trans <sup>2</sup>	0,7649
Dis Reco Sexo	0,2462	Dis Reco <sup>2</sup>	0,0694
Dis Reco Mezcla	0,0978	CaracCamion <sup>2</sup>	0,1072
Dis Reco Origen	0,4853	Cuernos <sup>2</sup>	0,9500
CaracCamion Cuernos	0,4786	DensCorral <sup>2</sup>	0,1606
CaracCamion DensCorral	0,0964	DensCarga <sup>2</sup>	0,3180
CaracCamion DensCarga	0,1156	Sexo <sup>2</sup>	0,1461
CaracCamion Sexo	0,2732	Mezcla <sup>2</sup>	0,0714
CaracCamion Mezcla	0,1226	Origen <sup>2</sup>	0,6406
CaracCamion Origen	0,0983		

Tabla IV.19: Parámetros estadísticos obtenidos mediante la aplicación de método de regresión múltiple.

Así, una vez determinados los parámetros significativos en el modelo de regresión múltiple se calculó la ecuación matemática que permite predecir el valor de las lesiones en las canales como una función del tiempo de transporte, la distancia recorrida, las características del camión, la densidad del corral, la mezcla, la densidad de carga y la interacción existente entre la presencia de animales con cuernos con la densidad de carga (Tabla IV.20).

Ecuación matemática	Coefficiente de correlación	P-valor
$\text{Lesiones} = - 5,13149 + 0,02071 * \text{Tiemp Trans} + 0,02450 * \text{Dis Reco} + 3,48764 * \text{CaracCamion} + 0,20193 * \text{DensCorral} + 7,50169 * \text{Mezcla} - 1,95233 * \text{DensCarga} + 1,01898 * \text{Cuernos} * \text{DensCarga}$	89,04 %	0,0000

Tabla IV.20: Ecuación matemática obtenida mediante el modelo de regresión múltiple que expresa el valor de las lesiones en las canales como una función del tiempo de transporte, la distancia recorrida, las características del camión, la densidad del corral, la mezcla, la densidad de carga y la interacción existente entre la presencia de animales con cuernos con la densidad de carga

Con respecto a la frecuencia de las lesiones presentes en las canales el modelo consideró significativo, con coeficiente positivo a: tiempo de transporte, distancia recorrida, densidad de corral y la interacción presencia de animales con cuernos con densidad de carga mostrando que por cada unidad de dichas variables aumentan el número de lesiones según los estimadores correspondientes. Además, la densidad de carga con su coeficiente de correlación negativo, expone que por cada unidad que disminuye la densidad de carga aumenta 1,95233 la cantidad de lesiones. Para todas estas variables, el modelo encontró coeficientes que pueden tener una explicación biológica. Pero para la variable características del camión el coeficiente positivo del

modelo indica que a mejores condiciones que presenten los transportes aumentan las cantidades de lesiones, lo que estaría en contraposición a la bibliografía encontrada.

## IV.8. Descripción del pH

### IV.8.1. Frecuencia de valores de pH

El 21 % de los 228 animales analizados presentaron un pH superior a 6,00.

En Gráfico IV.19 se observa la frecuencia de distribución de las canales según el intervalo de pH a las 24 horas post mortem que presentaban. Así por ejemplo, el 52 % de los animales (119/228) presentaron un pH menor o igual a 5,79, considerado como normal. En la Tabla V.21 se pueden ver las medidas de resumen estadísticas.

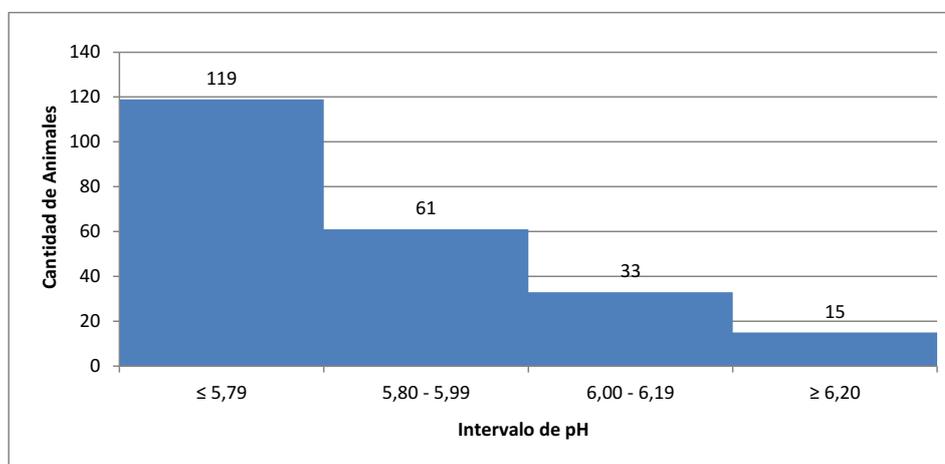


Gráfico IV.19: Frecuencia de animales según el pH que presentaron.

Medidas de Resumen	<i>pH</i>
Media	5,84
Desviación estándar	2,22
Rango	(5,46 - 6,7)
Nivel de confianza (95 %)	5,84 ± 0,03

*n* = 228 animales.

Tabla IV.21. Parámetros estadísticos del pH realizado en las medias reses.

#### IV.8.2. Frecuencia de valores de pH según el sexo

En Tabla IV.22 se puede observar que el 29,05 % de los machos que arriban al frigorífico presentaron un pH superior o igual a 6, mientras que en las hembras fue de un 4,08 %. Hay 52 machos y 9 hembras en los que se obtuvo un valor de pH límite entre [5,80 – 5,99] lo que corresponde a 29,05 % y 18,37 %, respectivamente.

	Machos	Hembras
Animales con pH superior o igual a 6	46	2
Porcentaje de animales con pH superior o igual a 6	25,69	4,08
Porcentaje de animales con pH en el límite [5,80 - 5,99]	29,05	18,37
Total de animales	179	49

Tabla IV.22: Presencia de valores de pH en machos y hembras

En Gráfico IV.20 se puede observar que el 77,55 % de las hembras presentaron un pH considerado como normal, mientras que al 45,25 % de los machos le sucedió lo mismo. Se encontró una tendencia de los machos a presentar mayor cantidad de animales con pH en el límite y elevado.

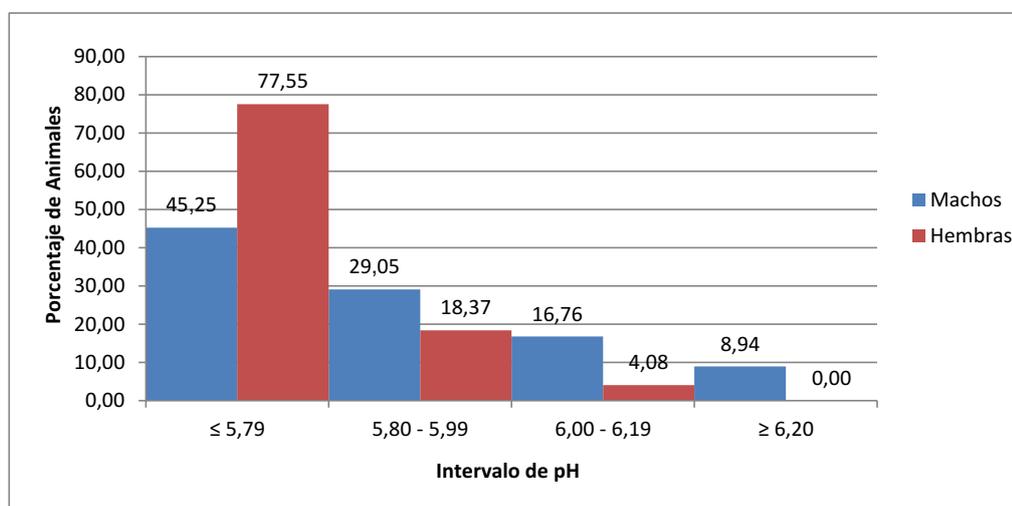


Gráfico IV.20: Frecuencia de animales machos y hembras según el intervalo de pH.

### IV.8.3. Frecuencia de intervalo de valores de pH según categoría

En Tabla IV.23 se puede observar que los terneros presentaron en un 44,44 % un pH mayor o igual que 6. Dicho porcentaje disminuye a medida que cambia la categoría y se acrecienta la edad del animal, siendo en toros y vacas del 5 %. Existe una marcada influencia de la edad en la aparición de pH normales.

	TM - TH	NT - VQ	NO	TO - VA
Animales con pH superior o igual a 6	12	22	12	2
Porcentaje de animales con pH superior o igual a 6	44,44	27,16	15	5
Porcentaje de animales con pH en el límite [5,80 - 5,99]	25,93	20,99	30	32,8
Total de animales	21	81	80	40

Tabla IV.23: Presencia de pH en las diferentes categorías

En Gráfico IV.21 se puede observar es en la categoría que los terneros donde se presenta un mayor porcentaje de pH elevados.

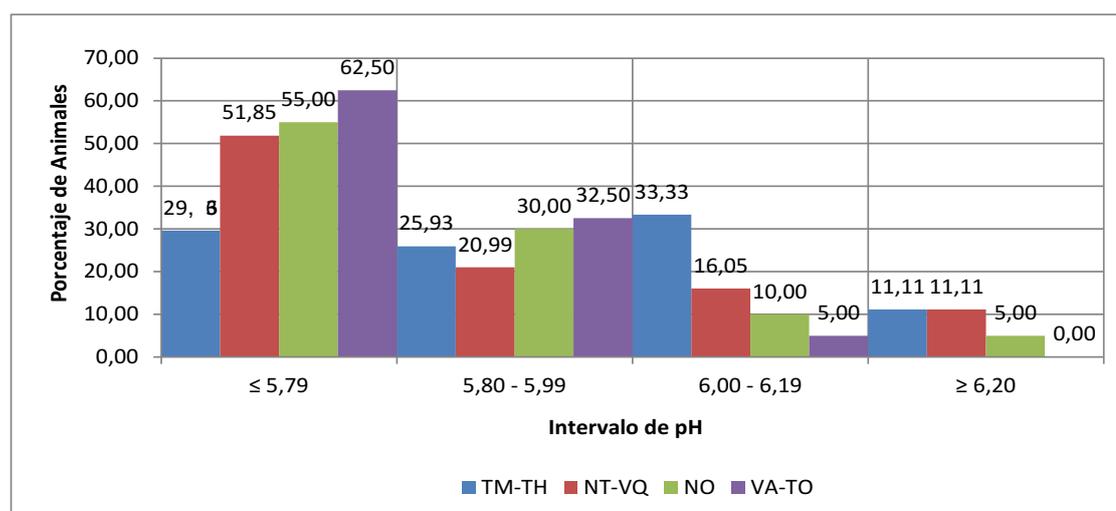


Gráfico IV.21: Porcentaje de animales que presentan diversos intervalos de pH según su categoría.

#### IV.8.4. Frecuencia de valores de pH según tiempo de transporte

Cuando el tiempo de transporte es mayor a 60 minutos aumenta el promedio de pH elevado, superando el 32 % entre los 60 y 90 minutos (Tabla IV.24).

	[30-60]	[60-90]	[90-120]	>120
Animales con pH superior o igual a 6	3	21	7	17
Porcentaje de animales con pH superior o igual a 6	5,56	32,31	12,28	32,69
Porcentaje de animales con pH en el límite [5,80 - 5,99]	31,48	32,31	19,30	23,08
Total de animales	54	65	57	52

Tabla IV.24: Presencia de pH según tiempo de transporte (en minutos)

En Gráfico IV.22 se puede observar que cuando el tiempo de transporte es menor a 60 minutos se observaron 62,96 % de los animales con el pH dentro del rango de aceptación, mientras que si el tiempo de transporte supera una hora y media el 44,98 % de los animales presentó un pH superior a 6.

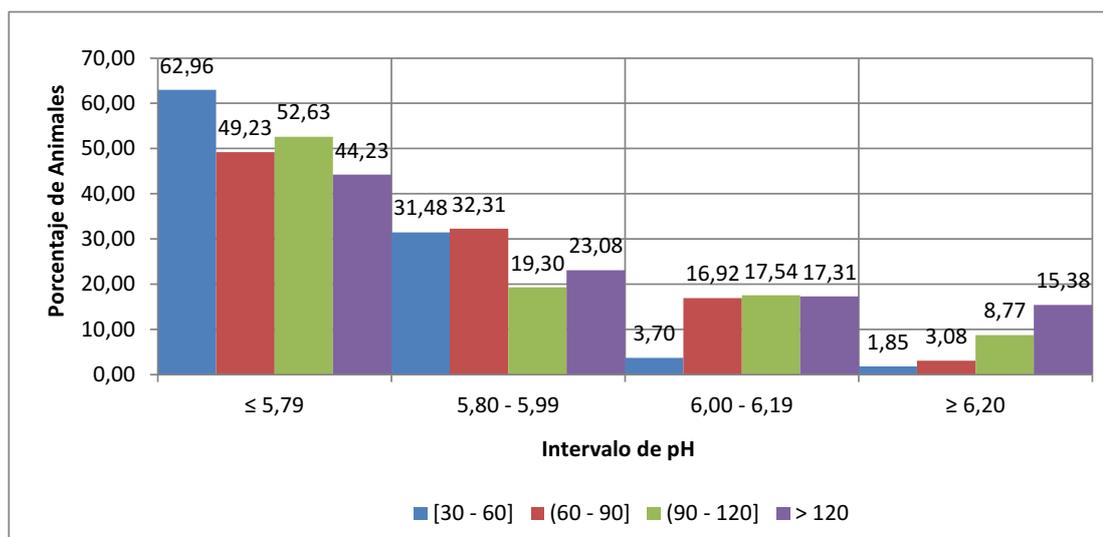


Gráfico IV.22: Frecuencia de pH de animales según el tiempo de transporte.

#### IV.8.5. Frecuencia de valores de pH según distancia de transporte

Cuando la distancia de transporte superaba los 100 Km tanto el porcentaje como la cantidad promedio de animales con pH superior a 6 fue mayor que en aquellos animales que habían recorrido distancias menores de 100 km para llegar al frigorífico (Tabla IV.25).

	<100	≥100
Animales con pH superior o igual a 6	18	30
Porcentaje de animales con pH superior o igual a 6	18,75	22,56
Porcentaje de animales con pH en el límite [5,80 - 5,99]	27,08	26,32
Total de animales	96	133

Tabla IV.25: Presencia de pH según tiempo de transporte (en kilómetros)

En Gráfico IV.23 se puede observar que cuando la distancia de transporte es menor a 100 Km más del 54 % de los animales han presentado pH normales a las 24 horas; mientras que el 51 % lo hizo con una distancia de transporte que exceda los 100 Km.

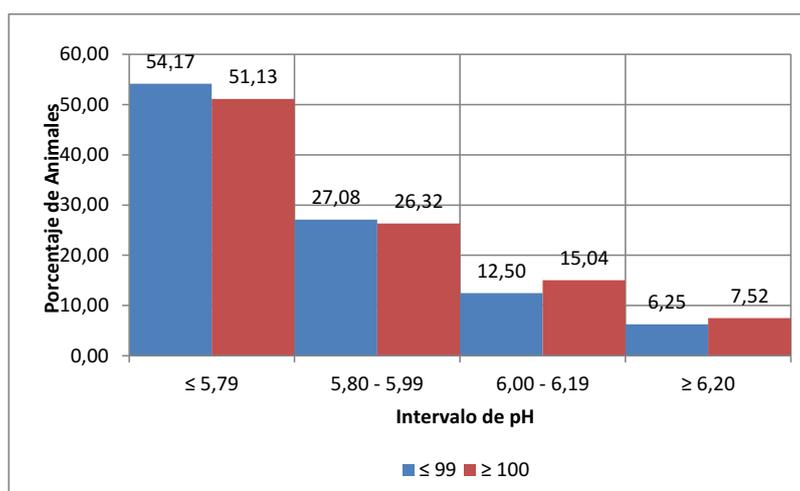


Gráfico IV.23: Frecuencia de pH en animales según distancia de transporte.

#### IV.8.6. Frecuencia de valores de pH según las características del camión

En Tabla IV.26 se observa que cuando el medio de transporte era bueno, más del 67 % de las canales presentaba una carne con pH normal; mientras que cuando el camión era regular o malo, la aparición de pH normal no superó el 33 %, llegando a un 36 % de canales con pH superior a 6.

	Bueno	Regular	Malo
Animales con pH superior o igual a 6	16	28	4
Porcentaje de animales con pH superior o igual a 6	11,53	36,84	33,33
Porcentaje de animales con pH en el límite [5,80 - 5,99]	21,43	35,53	33,33
Total de animales	140	76	12

Tabla IV.26: Presencia de pH según las características del medio de transporte

En Gráfico IV.24 se observa que cuando el camión no era bueno, más del 70 % de las canales presentaron un pH superior a 6.

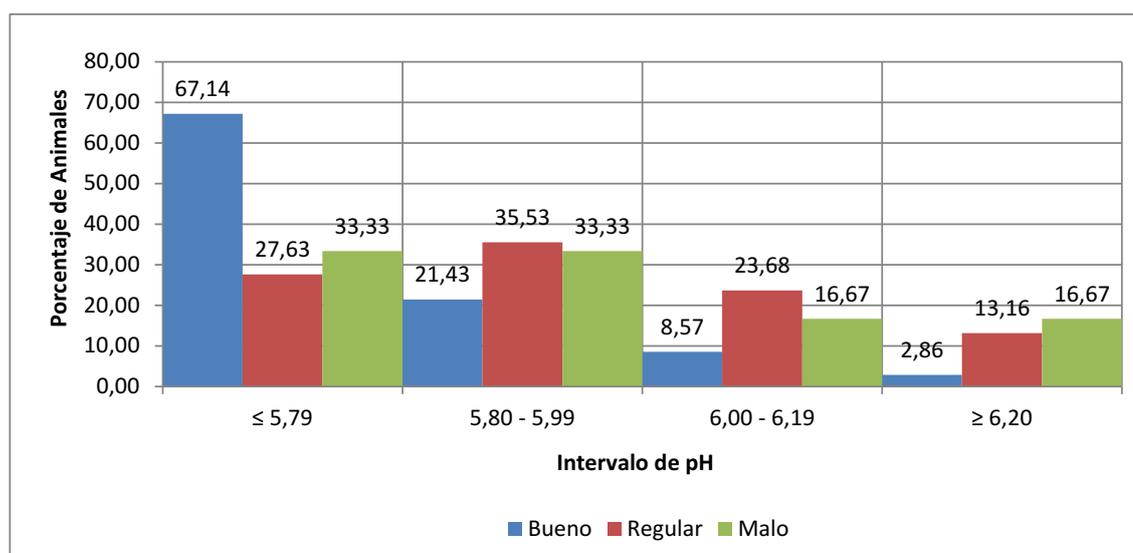


Gráfico IV.24: Frecuencia de pH en animales según las características del transporte.

#### IV.8.7. Frecuencia de valores de pH según el origen de la hacienda

Los mayores porcentajes de aparición de pH superiores a 6 se dieron en canales de animales que llegaron al frigorífico directamente del campo (21,67%, n=180), seguido por aquellas de animales que provenían de feedlot (21,62%, n=37). Solamente un 9% (n=11) de las canales de animales que atravesaron establecimientos ferias manifestaron estas condiciones de pH en sus canales (Tabla IV.27). Por otro lado, más de la mitad (54,55%) de las canales de animales que procedían de ferias presentaban valores límites de pH, contra el 26,11% de canales de animales que provenían directamente del campo y un 21,62% de aquellas de quienes lo hacían desde feedlot.

	Directo del campo	Feedlot	Feria
Animales con pH superior o igual a 6	19	8	1
Porcentaje de animales con pH superior o igual a 6	21,67	21,62	9,09
Porcentaje de animales con pH en el límite [5,80 - 5,99]	26,11	21,62	54,55
Total de animales	180	37	11

Tabla IV.27: Presencia de pH según origen de la hacienda

Más de la mitad de las canales de animales que provenían directamente del campo o directamente de feedlot poseían valores de pH dentro del rango de aceptabilidad, siendo que eso ocurría en solo el 36,36% de las canales de animales que llegaron de ferias (Gráfico IV.25).

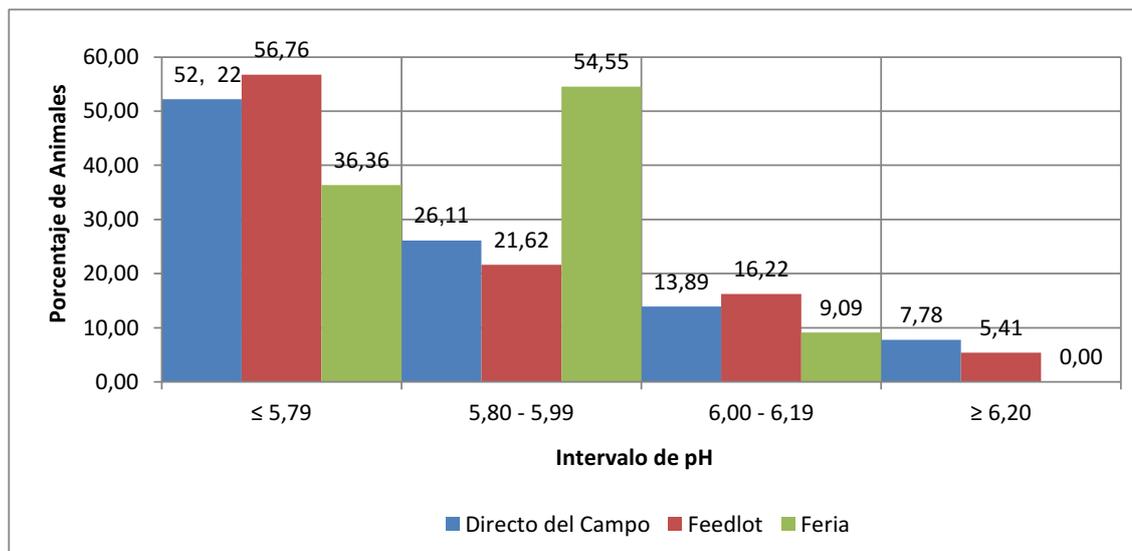


Gráfico IV.25: Frecuencia de pH en animales según origen de la hacienda.

#### IV.8.8. Frecuencia de valores de pH según la mezcla de animales

Tanto el porcentaje de canales con pH en el límite como de pH elevado se obtuvo en mayor proporción en animales cuyo manejo no había sido el adecuado y se los mezcló en alguna etapa de la cadena. No sucedió lo mismo en los animales en los que el manejo se había realizado de manera correcta (Tabla IV.28).

	Mezcla	No Mezcla
Animales con pH superior o igual a 6	4	44
Porcentaje de animales con pH superior o igual a 6	33,33	20,37
Porcentaje de animales con pH en el límite [5,80 - 5,99]	33,33	26,39
Total de animales	12	216

Tabla IV.28: Presencia de pH según mezcla de animales

En gráfico IV.26 se puede observar que el 79,63% de los animales que no fueron mezclados (172 de 216) presentaron valores de pH dentro del rango de la aceptabilidad;

siendo que cuando se produjo algún tipo de mezcla entre ellos el porcentaje fue de 66,66 (8 de 12).

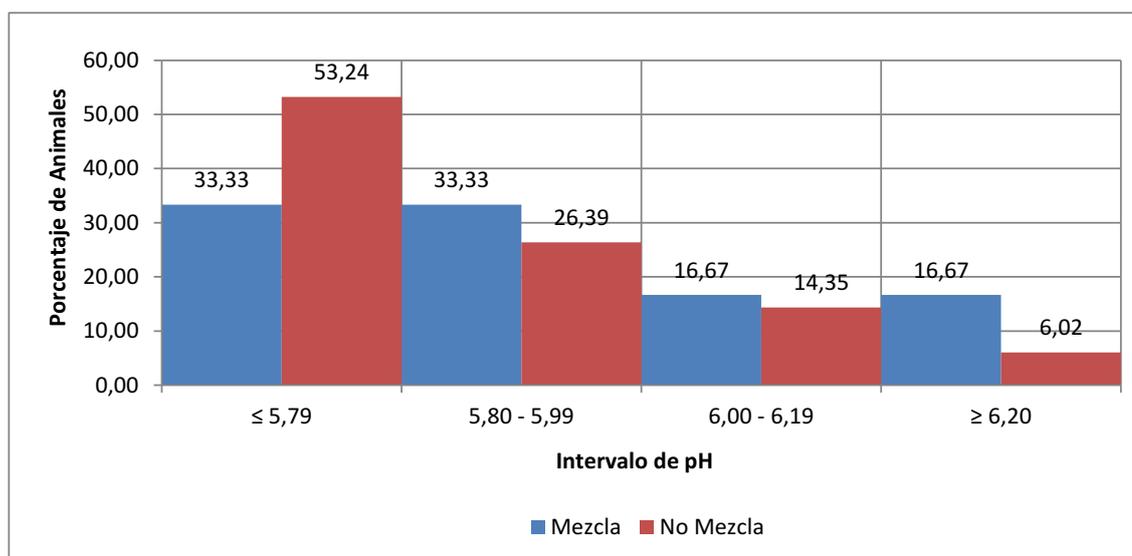


Gráfico IV.26: Frecuencia de pH en animales según si existe o no la mezcla de la hacienda.

#### IV.3.9. Frecuencia de valores de pH según la densidad de carga en el transporte de los animales

En Tabla IV.29 se puede observar que aquellos transportistas que cargaron la densidad apropiada o menor presentaron más del 20% de animales (8 y 37, respectivamente) con pH superior a lo admitido.

	Sobrecarga	Carga Normal	Carga menor
Animales con pH superior o igual a 6	3	8	37
Porcentaje de animales con pH superior o igual a 6	8,33	21,62	23,87
Porcentaje de animales con pH en el límite [5,80 - 5,99]	27,78	21,62	27,74
Total de animales	36	37	155

Tabla IV.29: Frecuencia pH según la densidad de la carga

En el Gráfico IV.27 se puede observar que más del 90% de las canales de animales transportados en sobrecarga presentaron rangos de pH menores a 6; los de carga normal lo hicieron en un 78,38% y aquellos animales que contaban con más espacio que el estipulado en el reglamento se encontraba en un 76,13 %.

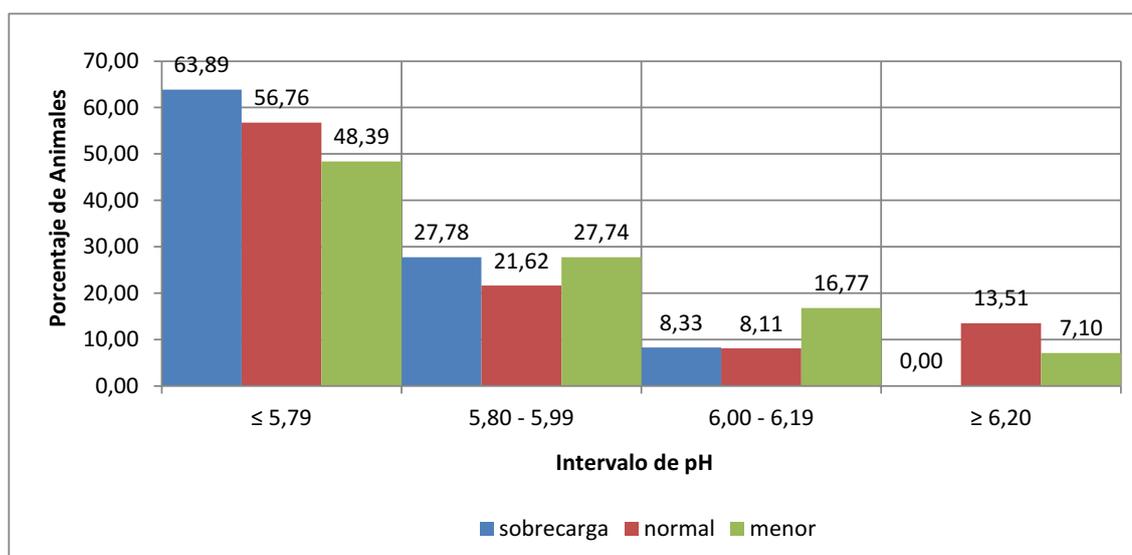


Gráfico V.27: Frecuencia de pH en animales según la densidad de carga en el camión.

#### IV.8.10. Frecuencia de valores de pH según la densidad del corral

En Tabla IV.30 se puede observar una marcada tendencia a tener valores de pH más elevados en aquellos animales destinados a ocupar un corral con densidad de carga elevada.

	Densidad de corral correcta	Densidad de corral incorrecta
Animales con pH superior o igual a 6	4	44
Porcentaje de animales con pH superior o igual a 6	9,09	23,01
Porcentaje de animales con pH en el límite [5,80 - 5,99]	27,27	26,63
Total de animales	44	184

Tabla IV.30: Presencia de pH según la densidad de animales

En Gráfico IV.28 se puede observar que existió una mayor proporción de animales que poseen pH elevado cuando debieron permanecer en un corral cuya densidad es elevada, mientras que si el manejo en este aspecto era el adecuado, cerca del 91 % de los animales presentarían pH normales.

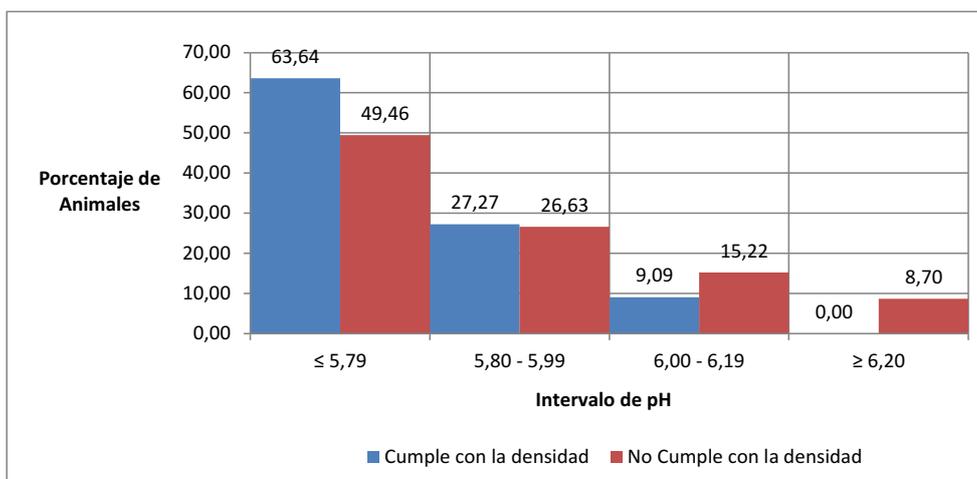


Gráfico IV.28: Frecuencia de pH en animales según la densidad de corral.

#### IV.8.11. Modelo de regresión múltiple para pH

En Tabla IV.31 se muestran los parámetros estadísticos obtenidos mediante la opción stepwise del modelo de regresión múltiple donde el Ayuno, ITH y Ayuno\*ITH resultaron significativos.

<b>Parámetros Significativos</b>		<b>Estimador</b>	<b>P-Valor</b>
Constante		2,53581	0,0112
Ayuno		0,0031462	0,0146
ITH		0,0437155	0,0009
ITH*Ayuno		-0,0000414488	0,0133
<b>Parámetros No Significativos</b>	<b>P-Valor</b>	<b>Parámetros No Significativos</b>	<b>P-Valor</b>
CaracCamion	0,2586	CaracCamion Origen	0,3299
Cuernos	0,8625	Cuernos DensCorral	0,2447
DensCorral	0,4531	Cuernos DensCarga	0,1355
DensCarga	0,3145	Cuernos DescTrans	0,0829
DescTrans	0,3157	Cuernos Mezcla	0,8702
Mezcla	0,1278	Cuernos Origen	0,3178
Origen	0,3711	DensCorral DensCarga	0,1207
Ayuno CaracCamion	0,0711	DensCorral DescTrans	0,2000
Ayuno Cuernos	0,4372	DensCorral Mezcla	0,7773
Ayuno DensCorral	0,4483	DensCorral Origen	0,1289
Ayuno DensCarga	0,0687	DensCarga DescTrans	0,1000
Ayuno DescTrans	0,2937	DensCarga Mezcla	0,6587
Ayuno Mezcla	0,0694	DensCarga Origen	0,4937
Ayuno Origen	0,0602	DescTrans Mezcla	0,0621
ITH CaracCamion	0,8427	DescTrans Origen	0,0593
ITH Cuernos	0,6486	Mezcla Origen	0,0711
ITH DensCorral	0,0617	Ayuno <sup>2</sup>	0,0628
ITH DensCarga	0,6024	ITH <sup>2</sup>	0,0700
ITH DescTrans	0,2000	CaracCamion <sup>2</sup>	0,5010
ITH Mezcla	0,7986	Cuernos <sup>2</sup>	0,7262
ITH Origen	0,1227	DensCorral <sup>2</sup>	0,6952
CaracCamion Cuernos	0,0855	DensCarga <sup>2</sup>	0,0781
CaracCamion DensCorral	0,0778	DescTrans <sup>2</sup>	0,4518
CaracCamion DensCarga	0,0650	Mezcla <sup>2</sup>	0,1000
CaracCamion DescTrans	0,0790	Origen <sup>2</sup>	0,5195
CaracCamion Mezcla	0,1724		

Tabla IV.31: Parámetros estadísticos obtenidos mediante la aplicación de método de regresión múltiple.

Así, una vez determinados los parámetros significativos en el modelo de regresión múltiple se calculó la ecuación matemática que permite predecir el valor de pH como una función de ITH y Ayuno (Tabla IV.32).

Ecuación matemática	Coefficiente de correlación	P-valor
$pH = 2,53581 + 0,0031462 * Ayuno + 0,0437155 * ITH - 0,0000414488 * ITH * Ayuno$	83,05 %	0,0000

Tabla IV.32: Ecuación matemática obtenida mediante el modelo de regresión múltiple que expresa el valor de pH como función de: ITH, Ayuno y la interacción de ambos.

Con respecto al pH el modelo consideró significativo el ayuno y el ITH con coeficientes positivos, pero la interacción de ambos con coeficiente negativo, por lo que resulta compleja la interpretación. En lo que se refiere al ayuno, se muestra una relación directamente proporcional, es decir cuanto mayor es el tiempo de ayuno (1200 minutos) más se acerca el pH a 6,01. En cuanto al ITH, sucede algo similar, mientras mayor es el Índice de Temperatura y Humedad Relativa del Ambiente (100), más se acerca a pH 6,9.

Como se puede observar en el modelo del Gráfico IV.29, la interacción ayuno – ITH, resulta significativa y con coeficiente negativo, siendo este último un valor muy cercano a cero por lo cual la proporcionalidad inversa que éste implica no tiene marcada influencia en el resultado final.

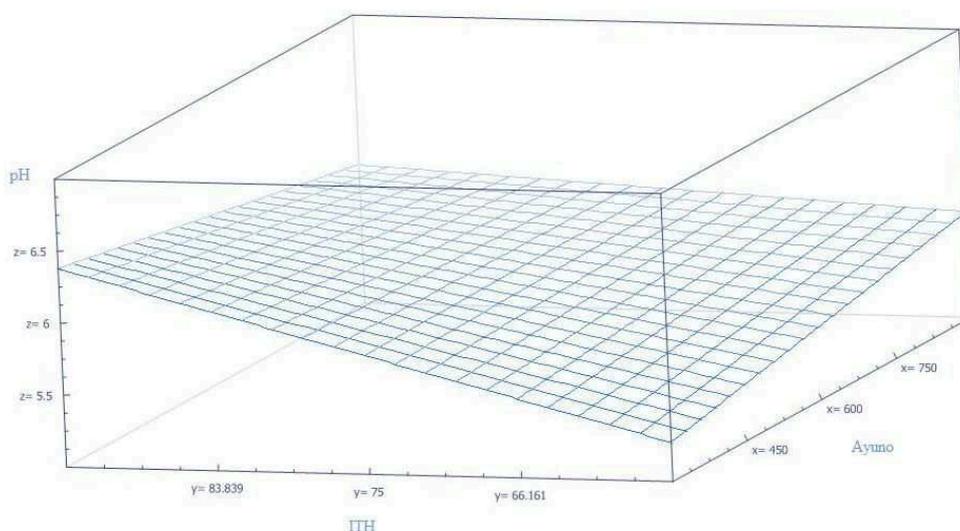


Gráfico IV.29: Efecto del ayuno y el ITH sobre el pH.

## V. DISCUSIONES

En este trabajo se realizaron doce muestreos con una frecuencia mensual, en un matadero ubicado en la localidad de Morteros, departamento San Justo, Provincia de Córdoba. Se caracterizaron los 228 animales muestreados de acuerdo a: el transporte (tipo, distancia y tiempo recorrido), las contusiones (cantidad, color, profundidad, severidad y forma) y el pH<sub>24</sub> (*Longissimus dorsi*).

En cuanto a la **caracterización de los transportes**, de los camiones que se muestrearon en este estudio, más del 58% poseían un solo compartimiento; En un estudio realizado en Uruguay entonces comparten dicha característica en un porcentaje similar, de un total de 14681 animales muestreados en sus respectivos camiones, un 40,4% poseían solo un compartimiento (Huertas; 2004). Además, en este estudio, el 33,3% poseían dos compartimientos y el 8,3% poseían tres compartimientos con divisiones. No sucede lo mismo en Valdivia, Chile (Gallo y col, 2005), los vehículos en general no tenían subdivisiones dentro del espacio de carga disponible lo que implica que en grupos numerosos de animales hay más posibilidad de movimiento, golpes, caídas de éstos en el camión, especialmente al ocurrir cambios abruptos de velocidad o giros bruscos del vehículo.

La mayoría de las unidades contempladas en este trabajo, cuentan con pisos, paredes y techos en buen estado (66,6%, 66,6% y 91,66 respectivamente); así como sucedió en un estudio realizado por Villarroel y col en España en el 2001 en el que el suelo del camión era casi siempre de aluminio reforzado con ranuras antideslizantes, los techos y paredes eran de una variedad de materiales, incluyendo aluminio cubierto con lonas,

acero, fibra de vidrio o barras de metal muy espaciadas; lo mismo que en Uruguay donde en un 80% de las observaciones, los camiones eran aceptables (Huertas, S.M. 2004).

En cuanto a la **presencia y funcionalidad de los rodillos** en los transportes evaluados, solo el 58% los poseían, de estos solo seis funcionaban, de manera correcta y uno no lo hacía. En Uruguay, tal como lo describe Huertas, S.M (2004), pasaba algo similar, donde el 47% de los camiones no presentaba rodillos, y el 53% de los vehículos los tenían de goma y en uno o ambos lados de las puertas, lo que suavizaría la posible contusión de las salientes óseas al ingresar o salir del transporte.

Según la **caracterización de la descarga**, en el frigorífico fue llevada a cabo tanto por los transportistas como por el “corralero” entre 5 y 15 minutos después de la llegada del camión; en mataderos frigoríficos de España, el tiempo medio antes de que se descarguen los animales fue de 1 a 8 minutos (Villarroel y col. 2001).

La **metodología de descarga** en este trabajo, en un 50% de los casos fue incentivada por gritos por parte del transportista, en el 25% sometieron a los animales a patadas, y el 8,4% utilizó la picana eléctrica; en un 16,6% de las descargas no se utilizaron ningún tipo de estímulos. En Buenos Aires en el 2005, se estudiaron dos frigoríficos, en uno de ellos no se usa picana para conducir animales, por decisión de la empresa, lo que elimina por completo las contusiones típicas y causantes de depreciación de cortes de alto valor; mientras que en el frigorífico 2, el 47% de las situaciones no fueron aceptables, el 29,5% fueron graves y solo en un 23,5% de los casos fueron excelentes (IPCVA, 2007).

En Uruguay los dispositivos de ayuda son el mayor de los casos, 57% en el uso de la picana eléctrica, en un 40% le siguen los gritos y en un 3% se utilizan palos, en la mayoría de las situaciones, según Huertas, S.M. (2004), se utilizó más de un estímulo.

La situación mejora en Estados Unidos, donde el 76% no utiliza picana eléctrica en 1999 y el 90% en 2003 (Grandin, T. 2006), en España en el 2000 sólo el 19% de las granjas estimulan la carga de los animales con agujones eléctricos (Villarroel y col, 2001).

De acuerdo a lo expuesto, en los países desarrollados se tienen en cuenta las medidas de bienestar animal a la hora de manipular los animales, mientras que en países latinoamericanos se utilizan muchos estímulos no permitidos demostrando queda mucho por aprender y aplicar en el manejo previo a la faena de bovinos sin que atente a la salubridad de los mismos y a la calidad de la canal.

Una vez descendidos los animales la espera o **descanso en el matadero** varía entre 18 y 24 horas, debido al manejo del frigorífico y a los tiempos exigidos por el SENASA; en Buenos Aires, normalmente el 63,8% de las tropas no ha superado las 24 horas de espera y solo el 12,55% ha permanecido más de 48 horas como consecuencia de días feriados intermedios (IPCVA, 2007).

En este trabajo se tuvieron en cuenta las contusiones encontradas tanto en animales de pié como en sus respectivas canales luego de su faena.

En Morteros entre el 2011 y 2012, los animales arribados al establecimiento en sus respectivos camiones no se han observado ningún tipo de **contusiones *in vivo***, fracturas o muertes. Lo mismo que sucede en el Reino Unido (1990) donde no hay cifras de mortalidad en el transporte (Knowles, T.G. 1999). En 2008, en La Plata, Buenos Aires,

no sucede lo mismo, siendo que el 2,4% de los envíos tuvo al menos un animal caído, tal como lo reporta el IPCVA.

En cuanto a la **frecuencia de contusiones en los animales**, en este caso, el 88,6 % de los animales analizados presentó alguna lesión en las canales; en Buenos Aires se han descrito porcentajes del 37,98% de contusiones (IPCVA, 2008).

Comparando con otros autores de distintos países, en Chile Gallo y col (1999) publican la prevalencia de hematomas en el ganado bovino sacrificado en 22 mataderos y sobre un total de 114.666 animales, los mismos revelaron que el 7,7% de los cadáveres tenían contusiones; en 2002 se observan en Inglaterra y Gales el 67,6% de contusiones y/o marcas de palos (Weeks y col, 2002); en Uruguay se encontró que en el 34% de las medias reses se había algún tipo de lesión (Huertas, S. y Gil, A., 2002); en el año 2004 se aprecia, en el mismo país que el porcentaje se eleva al 54,7% (Huertas, S.M. 2004); ya en el 2010 Strappini y col reportaron en un 20,8% de contusiones.

Se puede observar un alto porcentaje de contusiones en las canales de la región estudiada, similar a lo reportado en otros países a excepción de Chile donde se informa una frecuencia menor al diez por ciento.

Considerando la **cantidad de contusiones por animal**, en el presente se notificó que el 70% de los mismos presentan de 1 a 6 contusiones, un 12,7% de ellos de 7 a 9 contusiones, y el 5,3 % restante, de 10 a 12 contusiones. El IPCVA obtuvo que en el 58,8% de los animales presentaron al menos una lesión. En otros países de Sud América la situación en 2002 según Huertas, S. y col es que el 77% de las medias reses presentaban solo una lesión, el 18% dos contusiones y el 5% más de tres contusiones; en 2004 se agrava la situación ya que el 50% solo presentaba una lesión, el 31% dos hematomas, el 11% tres contusiones y el 8% de las medias reses ya contaba con cuatro

contusiones o más. En Carumbá, Brasil Andrade, E.N. y col (2008) analizan el transporte fluvial de animales que se faenaron en julio del 2003 y encontraron que el 94,3% de los animales tenían una o varias contusiones.

Todas las contusiones encontradas en este trabajo, fueron caracterizadas teniendo en cuenta: forma, color, severidad, profundidad y localización.

En cuanto a la **forma**, en su mayoría se han presentado de manera irregular (80,65%), le siguen la circular (12,02%), lineal (3,13%), puntillada (2,52%) y paralelas (1,68%).

El **color** del 70,07% de las contusiones era rosada-roja, el 29,09% azulada y el 0,84% amarillenta; tal como lo describe Hamdy, M.K (1957b) donde el color azul-verde se presentó ante el verde-amarillo. Cuando Andrade, E.N y col (2008) describen la edad de las contusiones basadas en la puntuación de tinción, observan que el 51,72% presentan tonalidad rojo oscuro lo que se relacionan con contusiones de 1 a 2 días de edad y el 48,28% de color rojo rosado con menos de un día, pero si hacían distinción en relación a los tiempos y distancias de los transportes, aquellos que recorrían una distancia de 137 km en 72 horas 45 minutos poseían en un 40% contusiones amarillas que revelan edades de 5 a 7 días y un 30% de contusiones color de verde para marrón de unos 3 a 5 días; en cambio los animales que fueron trasladados por una distancia de 528 km en aproximadamente 49 horas mostraron mayor porcentaje de contusiones de 1-2 días (65,75% color rojo oscuro) y menos de un día (32,99% color rojo - rosado).

La **severidad** de las contusiones se describe por el tamaño de la misma, los resultados que se arrojaron en este caso son en un 42,43% de 2 a 8 cm, en el 31,37% de 8 a 16 cm, el 22% de las canales han presentados contusiones de más de 16 cm y lamentablemente solo un 4,21% fueron de menos de 2 cm; también en Argentina el

IPCVA tabula en el 2008 que un 60,76% de las contusiones tiene hasta 100 cm<sup>2</sup>, el 24,20% de 100 a 400 cm<sup>2</sup>, mientras que un 15,04% poseen más de 400 cm<sup>2</sup>. En Brasil, Andrade, E.N y col compara los tiempos y distancias de viaje por transporte fluvial, para distancias cortas hay un 39,08% de tamaños de 6 a 10 cm y un 32,19% de 1 a 5 cm, si se los transporta a una distancia de 271 km en 74 horas y 10 minutos, el 45% es de 11 a 15 cm y el 35% de 6 a 10 cm de diámetro, los recorridos de más de 500 km, presentan un 73,98% de contusiones de 1 a 5 cm y un 19,86% de 6 a 10 cm.

La **profundidad** de las contusiones se caracterizaron según las estructuras afectadas, en el muestreo realizado se obtuvo un 75,24% de las contusiones de grado 1, las que afectan los tejidos subcutáneos, el 24,76% de grado 2 donde se involucran además los músculos y no hubo presentaciones de involucración de los tejidos óseos (grado 3).

El IPCVA realizó estudios dos años consecutivos y en 2007 publica que las contusiones de grado 1 son las más numerosas y las que menos pérdidas económicas generan, las de grado 2 fueron halladas por debajo del 10 % en categorías de novillos y vaquillonas; ya en 2008 describen cifras similares a las mediciones encontradas en Morteros, donde el 73,2% es de grado 1 y el 26,8% de las contusiones es de grado 2.

La misma tendencia se presenta en distintos años en Chile, donde los resultados revelaron que en un 4,8% de las canales son afectadas por contusiones que involucran solo los tejidos subcutáneos (grado 1), el 2,1% afecta además a músculos (grado 2) y el 0,8% de las canales presentaron zonas magulladas que afectan al subcutáneo, músculo y a los tejidos óseos (Gallo y col, 1999); en 2010 Strappini y col coincide aportando que las contusiones de grado 1 son encontradas con más frecuencia que canales con contusiones de grado 2 y 3 en los dos frigoríficos que han estudiado, registrando en rara vez (0,01 – 0,03%) contusiones graves.

La situación en Italia es similar, donde en 2005 se obtienen contusiones leves en un 47,6% (grado 1), y graves en un 24,8%; ya en 2006 Nanni Costa, L. y col también publican que la incidencia de las contusiones graves, de 3° grado, fue de un 12% mientras que las ligeras (grado 1) alcanzó el 54,9%.

La mayoría de las contusiones se **localizaron** en los 228 animales evaluados en la región costo abdominal (30,65%), le siguieron las ubicadas en piernas (27,28%), paleta (26,32%) y lomo (15,75%). El IPCVA (2007) realiza un análisis en el año 2005 en frigoríficos del norte de provincia de Buenos Aires y del norte de la provincia de Rio Negro, donde en novillos y novillitos, la mayor frecuencia de contusiones están en la región que ellos denominaron como 4, involucrando cuarto delantero, región escapular o de la espalda (31% en novillos y 35% en novillitos); en cambio la región 3 (dorso y lomo), presenta en los novillos 32% y en los novillitos 24% de las contusiones, llegando en los terneros a ser la región con menos porcentaje (38%) de contusiones. Las vacas y vaquillonas, tienen su mayor porcentaje de contusiones en la región 1, que se corresponde a la cara lateral del miembro pelviano, en un 39 y 29% respectivamente; en las vaquillonas los porcentajes de contusiones de esta región con las otras no poseen mucha diferencia, 2 puntos con la región 4 de la espalda (paleta) y 8 puntos con la región 2 (vacío y costillar); a diferencia de la vaca que si presenta diferencias marcadas con otras regiones, la que menos diferencia tiene es la región 4 (vértebras cervicales y torácicas con 12 puntos y la región 3 (dorso y lomo) con 28 puntos.

Huertas, S.M. y Gil, A. (2002) manifiestan la mayor prevalencia de contusiones en el dorso-lateral (61,1%) seguido por un 19,7% de la zona delantera; ya en 2004 y también en Uruguay se dan resultados a la inversa, donde el 92% aparecen en la zona delantera,

el 6,5% en costillar, el 1% en posterior, pierna y cadera y solo el 0,5% en dorsal (Huertas, S.M.).

Los resultados de este trabajo coinciden en su mayoría con Huertas, S.M. y Gil, A. (2002) en Uruguay y con Nanni Costa, L. y col (2005) en Italia que publican que el 90% de las contusiones aparecen en la zona posterior, de esta cifra el 78% es posterior, el 9,7 representa la cola y el 2,6% la “redonda”; solo el 6,2% en zona delantera (hombro) y el 3,5% en costillar.

Para Andrade y col (2008) en Brasil, los principales cortes comerciales que mostraron altos porcentajes de contusiones, a excepción de la costilla y paleta, están en la porción caudal de la carcasa, que corresponde a la trastienda especial, apareciendo la zona posterior (peceto), entre distintas condiciones de transporte evaluadas según tiempos y distancias, la más afectada.

Según lo descripto anteriormente, a diferencia de otros países, las contusiones en la región costo abdominal fueron elevadas, lo que se podría atribuir al mal funcionamiento o la ausencia de los rodillos en el 50% de los transportes estudiados. Las contusiones ubicadas en Paleta y Pierna se pueden deber a que en ésta región existen menos depósitos de tejido adiposo, que sirven para amortiguar los golpes, la presencia de estas, se halla en relación con las superficies óseas que sobresalen, puntas óseas visibles en los bovinos; también influye la conducta de los animales, ya que mientras más vigorosos mayores movimientos tendrán; en cambio en la región del Lomo se pueden relacionar con los golpes que reciben por un incorrecto cierre de las puertas guillotina de los camiones y de las mangas de acceso a los cajones de noqueo, también puede ser por los saltos de otros animales en el encierre o transporte al mezclarse.

Se han encontrado pocos trabajos en los cuales se relacionen entre sí las diversas características de las contusiones, como se puede observar en los resultados para las contusiones con forma circular, irregular y lineal existe una relación entre la severidad y localización (ver Tabla V.18 de resultados), coincidiendo con Huertas, S.M. (2004) que siempre se presentan la mayor cantidad de grado 1, luego grado 2 y en muy bajos porcentajes grado 3, según la localización; siendo esta en mayor porcentaje en la zona trasera (78%), seguido por el costillar, delantero y dorsal.

En la investigación realizada, ya que de los 228 animales analizados, al 10% de ellos se les ha realizado un **expurgo por contusión** debido a la lesión que presentaban en la res, el promedio fue de 302 gramos y el total de ellos representó la suma de aproximadamente 7 kg. En 2005 de 17370 animales estudiados también en Argentina, las pérdidas por contusiones e inyecciones fueron de 376,8 kilogramos sobre 895 reses, proyectando estos datos al resto de los animales faenados en el período ese estudio, se corresponde a un promedio de 421 gramos, representando el 78,3% las pérdidas por contusiones y el 21,79% las pérdidas por inyecciones (IPCVA, 2007); luego se publica en 2008, en un estudio de 15361 animales que se faenan en un matadero frigorífico de La Plata, decomisos de 478 gramos de promedio (IPCVA, 2008).

Según Carmen Gallo (2009) las pérdidas económicas por cantidad de expurgos por contusiones, recortes y deterioro en la calidad de carne que se producen en Sudamérica por el destino limitado que se les puede dar a las canales traumatizadas son considerables, coincidiendo ciertamente con los resultados obtenidos en el trabajo realizado.

En Uruguay de 14681 animales, el promedio de decomisos fue de 260 gramos (Huertas, S.M., 2004). En Brasil de 88 cadáveres, 83 (94,3%), tuvieron una o varias

contusiones, dando una eliminación de 481 gramos por animal lesionado (Andrada N. y col, 2008).

Esta situación se extiende por Inglaterra y Gales, donde las pérdidas de la industria son en promedio de unos 460 gramos de expurgo de cada una de las 3100 canales faenadas y analizadas, representando 1426 kg. (Weeks y col., 2002). Siendo dichos valores similares a los encontrados en este trabajo en el departamento San Justo, pudiendo observarse grandes pérdidas por descuido o mal manejo animal.

Relacionando **la frecuencia de contusiones que poseen según el sexo** en la localidad de Morteros, el 97,96% de las hembras presentaban contusiones con un promedio 4,7 cada una, mientras que en los machos el 86,03 % aparecieron lesionados, con un promedio de una lesión menos que en las hembras; no mostrando homogeneidad respecto de la presentación de contusiones entre machos y hembras ( $\chi^2=5,432$ ;  $P<0,05$ ). Como la variable sexo no resultó significativa en el modelo es probable que las variables tiempo de transporte y distancia recorridas (que sí fueron significativas) estén interfiriendo para generar lesiones en las hembras.

No sucede lo mismo ni en Argentina ni en otros países, en Buenos Aires y Río Negro, los novillos presentaron el 37,14% y las vacas el 34% (IPCVA, 2007), en Inglaterra y Gales, no solo relacionan el sexo sino que también la categoría y muestran que los novillos fueron siempre más magullados que las vaquillas y toros ( $p<0$  a 001), las diferencias de sexo se fueron manteniendo con independencia donde el ganado estaba siendo manipulado, lo que indica que el nivel de hematomas aumentó a medida que la cantidad de manipulación aumentaba (Weeks, C. A., 2002).

En este trabajo se midió la **frecuencia de contusiones según categoría** terneros machos (TM), terneros hembras (TH), novillitos (NT), vaquillonas (VQ), novillos (NO),

vacas (VA) y toros (TO); mostrando una marcada influencia de la edad en la cantidad de contusiones por animal así, a medida que aumenta la edad del animal aumentan la cantidad de contusiones, lo mismo sucede con el porcentaje de animales con contusiones, donde los terneros se lesionan en un 70% y los toros y vacas en un 90%. Con esto coincide el IPCVA (2008) donde asegura que en todas las regiones y grados de contusiones, los porcentajes de medias reses con contusiones fueron mayores en la categoría de “adultos” (vacas consumo, conserva y toros) y Jarvis, A.M y col (1995) encontraron que el 97% de las canales de bovinos adultos presentaban contusiones, mientras que Costa, L.N. y col (2005) reportaron que la incidencia en canales de terneros fue del 72,4%.

En cuanto al **tiempo de transporte**, cuando éste fue menor a 60 minutos, los animales presentaron en promedio entre 2 a 3 contusiones, superando los 60 minutos y con cualquier duración de viaje (de 60 a 90, 91 a 120 y más de 121 minutos) el número de contusiones por canal aumenta, siendo de 4 a 5. A su vez el porcentaje de animales con contusiones aumenta progresivamente en la medida que se incrementa el tiempo de transporte.

Coincide Gallo, C. (2009) quien ha encontrado también en trabajos experimentales que a mayor tiempo de transporte, especialmente con 24 horas de viaje o más, el número de contusiones aumenta, así como su profundidad en términos de tejidos afectados. Concuerta también el IPCVA (2008) que clasificó la duración del viaje en menos de ocho horas y más de ocho horas, y el porcentaje de animales con contusiones fue mayor cuando la duración del transporte era de más de ocho horas y las contusiones más presentes eran las superficiales.

Si se considera el descanso, también se ha encontrado influencias, Gallo, C. y col (2001) describen que cuando el tiempo del transporte es prolongado en grupos con y sin descansos, se presentaron igual número de canales contusas; sin embargo el total de contusiones y el grado de profundidad que presentan las mismas fue mayor en las canales de animales que no han gozado del descanso durante el transporte.

La tendencia es la misma con la **distancia del transporte**, cuando supera los 100 kilómetros, tanto el porcentaje de animales lesionados como la cantidad promedio de contusiones por animal aumentan un 20 % y dos contusiones, respectivamente. Concuera con esto el IPCVA (2007), constatando que las distancias superiores a los 50 km provocan un sustancial aumento porcentual de animales con contusiones, siendo el porcentaje de animales con contusiones en distancias de 0 a 50 km del 30,15% y entre los 50 y 100 km el mismo se incrementa llegando al 49,57% y se mantiene en un 45,9% en distancias mayores de 300 km. Difiere Wythes, J.R y col (1985) quienes no encontraron diferencias, en el sur de Queensland en Australia, por métodos de venta (directo o a través de mercados), los operarios de transporte por carreteras o por la distancia recorrida, en el nivel de moretones y en su distribución en la canal.

Según las **características del medio de transporte**, la presencia de animales con mayores contusiones se da en aquellos transportes que poseen características buenas, seguidos por los de regular estado, siendo que los que menos requisitos positivos tenían solo han presentado diez animales lesionados. El 91,85% de los animales presentaron contusiones en camiones que poseían rodillos con un promedio de cinco contusiones por animal; mientras que cuando el mismo no contaba con rodillos el 83,87% de los

animales las presentaba y con un promedio de dos por canal. A su vez el modelo de regresión múltiple nos reporta un coeficiente positivo significativo para esta variable.

En contraposición, el IPCVA (2008) sobre la base del estado de las paredes, del piso, de la colocación y funcionalidad de los rodillos, observó que en aquellos vehículos que las condiciones se encontraban malas, el 43% de los animales transportados presentaron contusiones, mientras que cuando los animales viajaron en transportes con muy buen estado, el porcentaje desciende levemente (38,8%).

Según **el origen de la hacienda**, el mayor porcentaje de contusiones fue encontrado en bovinos procedentes de feedlot en la totalidad de los animales, con un promedio de 5,37 de contusiones por canal; le continúan aquellos que vienen directo del campo, en un 87,22% y casi cuatro contusiones por cada uno y por último los provenientes de ferias con 15 puntos menos y solo una lesión por animal en promedio, es fácil de entender ya que el manejo difiere notablemente en cada uno de ellos.

En los animales que resultan del Mercado de Liniers, también presentan mayor porcentaje y número de contusiones que aquellos que llegan del engorde a corral o de otros orígenes, los animales de dicho mercado han realizado un recorrido extra, desde los campos de origen han sido cargados y descargados el doble de veces que los animales procedentes de otros destinos y en períodos que no superan las 48 horas (IPCVA, 2007).

Lo mismo expresaron Weeks y col quienes encontraron en Inglaterra que los animales que habían pasado a través de un mercado presentaron más contusiones (71% de las canales) que el ganado entregado por los distribuidores (65,5%) o de las

explotaciones (53,7%), poniendo énfasis en que cuanto más se manipula un animal, mayor es la posibilidad de desarrollar moretones.

A esta postura se suman McNally y Warris (1996) que encontraron que la prevalencia fue significativamente mayor de hematomas en los animales comprados en los mercados de subastas en directo (7,8%) que en los que comprados a través de distribuidores (6,3%) o directamente de las explotaciones agrícolas (4,8%), lo que sugiere que cuando los animales se manejan más, son expuesto a situaciones más potencialmente traumáticas; Strappini y col (2010) reportaron una interacción estadísticamente significativa ( $P = 0,0001$ ) presente entre la fuente animal y el matadero, es decir los animales que llegaron a través del mercado mostraron mayor prevalencia de moretones.

Se puede observar en este trabajo que aquellos grupos en los que se realizaron **mezcla de animales** (ya sea machos con hembras, distintos lotes, entre otros) y en los cuales se han seguido los parámetros indicados en cuanto al bienestar animal, se presentaron promedios similares en cuanto a la cantidad de contusiones por canal; la variable mezcla de animales no resulto significativa para el modelo de regresión que explica la cantidad de lesiones. Lo dicho anteriormente no permitió constatar los informes del IPCVA (2008) que proponen que la mezcla de animales, lotes, tropas, categoría y tamaño corporal pueden provocar agresiones entre los animales.

Cuando existen grupos de animales en los que algunos de los **individuos presentaron cuernos**, tanto el porcentaje de afectados como la cantidad de contusiones que poseía cada animal fueron más elevados (93% y pudiendo llegar a un promedio de 4 a 5 contusiones por canal). Esta aserción, ya fue descripta en 1985 por Wythes, J.R. y col quienes evaluaron canales de ganado en un matadero en Australia y obtuvieron

diferencias significativas ( $P < 0,01$ ) entre lotes que poseen animales con cuernos y los que no presentan esta condición, el nivel de moretones fue mayor en el primer grupo.

Luego Knowles, T.G. (1999) comenta que la presencia de animales con cuernos representaban el 50 por ciento del origen de los hematomas y asegura que la eliminación de las puntas de los cuernos no ayudó a reducir el problema. El IPCVA en 2008 afirmó que cuando en las tropas se incluían al menos un animal aspado el porcentaje de contusiones encontradas fueron mayores, para las contusiones superficiales y profundas en diversas localizaciones.

La frecuencia de contusiones en los animales cuando en el grupo hay al menos uno con cuernos es mayor que cuando no los hay, coincidiendo con la mayor parte de la bibliografía estudiada.

Tarrant y col (1988) transportaron el ganado en diferentes densidades, se anotaron puntuaciones de hematomas de 3,1 a una densidad de  $200 \text{ kg/m}^2$ , 3,6 de  $300 \text{ kg/m}^2$  y 11,9 de  $600 \text{ kg/m}^2$ , concluyendo que los moretones de la canal aumentan con el aumento de la densidad de población. Luego en 1993, Tarrant y Grandin describen que a densidades de cargas altas, como la mayoría de las observadas, es escaso el espacio libre disponible y la libertad de movimiento se restringe severamente, impidiendo con ello que los animales adquieran las ubicaciones preferidas dentro del camión en movimiento y puedan mantener mejor el balance. Gallo, C. (2009) al comparar la incidencia de contusiones en novillos transportados por 3 y 16 horas bajo dos densidades de carga ( $500$  vs  $400 \text{ kg/m}^2$ ) encontró que se produjeron más contusiones con la mayor densidad sólo para el trayecto largo. A su vez, Knowles, T.G. (1999) reporta que el grado de hematomas aumenta con aumento de la densidad de población con contusiones graves.

Según la **densidad de carga** sorpresivamente, al contrario de lo que muestran otros resultados, se observó que la totalidad de los animales presentaron contusiones cuando la misma era la adecuada, con un promedio de cinco contusiones por res; mientras que si la carga era mayor o menor, el 86,11% y el 86,45% respectivamente presentaron contusiones entre tres y cuatro en promedio por animal. También, se pudo establecer que cuando la **densidad de corral** es la adecuada, el porcentaje de animales con mayor número de contusiones (entre siete y doce) es mayor que en aquellos que fueron destinados a corrales con mayor número de individuos, siendo la relación 6,77 y 20,65% respectivamente.

Para alguna de las variables que el **modelo de regresión múltiple** encontró significativas, se pueden asociar a lo hallado en la bibliografía, tales como: tiempo de transporte, distancia recorrida, densidad de corral y la interacción presencia de animales con cuernos con densidad de carga mostrando que por cada unidad de dichas variables aumentan el número de lesiones según los estimadores correspondientes. Y para la densidad de carga con un coeficiente de correlación negativo, se expone que por cada unidad que disminuye la densidad de carga aumentan las lesiones.

Algunas de estas relaciones también las encontraron Wythes (1985) en Australia, Grandin (2000) en EEUU, IPCVA (2008) en Argentina, Gallo (2009) en Chile y EFSA (2011) en España

La variable características del camión que el modelo encontró significativo con un coeficiente positivo contradice lo encontrado en la bibliografía, tal es el caso de IPCVA (2008) o EFSA (2011) en España.

Se realizó la medición del pH a las 24 horas de faenados los animales ( $\text{pH}_{24}$ ) a los 228 animales, la **frecuencia de pH** considerando que las canales que presentan un pH superior a 6,00 son consideradas como carnes DFD y una lectura de pH entre 5,80 y 5,99 se encuentran en el límite, se obtuvieron resultados de 48% y 61% respectivamente. Viljoen, H.F. (2002) realizó una lectura de canales promedio de pH de mayor o igual a 5,80 en el 50% de las canales en Sud África; Amtmann (2006) en Chile, afirma que el corte oscuro es un problema serio de calidad, que afecta entre un 5 y 10% de las canales. Sotelo Flores, A.P. y col (2008) muestran resultados de 30,27% de la carne DFD en Mexicali, Baja California, utilizando la información de 400 animales. Mach, N. y col (2008) encuentran incidencias de carne  $\text{pH}_{24}$  mayor que 5,8 y 6,0 eran 13,89% y 4,02%, respectivamente en diferentes granjas españolas.

Tal como se lo describió anteriormente, se pueden inferir que la situación en la que se encuentran los animales analizados en este trabajo es similar a la que se da en Sud África siendo estos valores superiores a los que se obtuvieron en otros países como en Chile, Estados Unidos y España.

El 29,05 % de los **machos** que arriban al frigorífico entre el 2011 y el 2012 presentaron un pH superior o igual a 6, siendo que en **hembras** fue de un 4,08 %, obteniendo valores de pH límite entre [5,80 – 5,99] en un 29,05 % en los machos y un 18,37 % en las hembras. Knowles, T.G. (1999) también coincide, ya que la prevalencia de pH como un indicador de potencial de carne DFD es mayor entre las categorías de machos que de las hembras. Mach, N. y col (2008) revelan resultados de un modelo de regresión logística indicando que  $\text{pH}_{24}$  de carne ( $P = 0,08$ ) tendía a ser afectada por el género, siendo la incidencia de carne  $\text{pH}_{24} > 5,8$  mayor en machos que en hembras ( $OR = 2,15$ ), sin embargo proponen una interacción entre el género y la canal de grasa dorsal

indicando que las hembras con canales magras eran más susceptibles tener un  $pH_{24}$  en carne por encima de 5,8 que en los machos. Jeleníková, J., (2009) en contraposición relata que no parece estar asociada con el desarrollo de pH después de masacre porque las diferencias en pH 45 minutos, 24 horas y 48 horas post mortem entre la carne de los toros y las vacas no fueron significativas.

Considerando la **frecuencia de intervalo de pH según categoría**, los terneros que arriban al frigorífico presentaron en un 44,44 % un pH mayor o igual que 6, dicho porcentaje disminuye a medida que cambia la categoría y se acrecienta la edad del animal; por lo que en toros y vacas el porcentaje fue de 5 %, existiendo una marcada influencia de la edad en la aparición de pH normales. Estos resultados no coinciden con la bibliografía, donde Knowles, T.G. (1999) usando pH como un indicador de potencial de carne DFD halló que la prevalencia es de 8, 6, 3.8, 3.7 y 1.4 por ciento entre los toros, las vacas lecheras, bueyes, terneros y novillas, respectivamente. Partida, J.A. y col (2007) considera además el SDI (Social Dominance Index); donde los valores de pH de las carnes de toros de alta, media o baja dominancia social no difirió significativamente, así como en terneros de 12 meses de edad, tampoco hay relación directa entre el pH de la carne y el nivel de actividad física y el estado de dominio del animal individual.

Cuando el **tiempo de transporte** es menor a 60 minutos se observaron que el 62,96% de los animales con el  $pH_{24}$  dentro del rango de aceptación, mientras que si el tiempo de transporte supera una hora y media, el 44,98% de los animales presentan un  $pH_{24}$  superior a 6. Coinciden en la influencia del tiempo de transporte con la aparición de pH elevados Knowles, T.G. (1999) quien obtuvo pH de la carne mayor después de 24 horas de transporte que después de una hora de transporte, lo que sugiere que el glucógeno muscular no se habría agotado y que no habría un aumento de la propensión

a la carne DFD. Amtmann (2006) describe que con 16 y 24 horas de transporte los novillos tienen respectivamente 3,6 y 5,4 veces más probabilidad ( $P < 0,05$ ) de presentar canales con  $\text{pH} \geq 5,8$  que con 3 horas; igual que puntualiza Gallo y col (2003), quienes encontraron valores de pH significativamente mayores en transportes largos (16 horas) con relación a los cortos (3 horas). Si se considera el descanso durante el transporte, los promedios de pH fueron altos (40%) en grupos con y sin descanso (con= 5.8; sin= 5.8), pero se registraron más canales con pH sobre 6.0 (5 vs 3) y 3 canales con corte oscuro a la vista en el grupo sin descanso.

De los camiones llegados al frigorífico, se los dividió en grupos según los km recorridos, en los que hicieron más de 100 km y menos de 100 km, luego se midió el  $\text{pH}_{24}$  y se pudo observar que cuando la **distancia de transporte** supera los 100 Km tanto el porcentaje como la cantidad promedio de animales con pH superior a 6 es mayor (22,56%) que en aquellos animales que han recorrido distancias menores de 100 km (18,75%) para llegar al frigorífico. Para Mach, N. y col (2008) la distancia de transporte, que se correlacionó con horas de transporte ( $R^2 = 0,27$ ;  $p < 0,001$ ), no afectó a  $\text{pH}_{24}$  de carne, lo que sugiere que la actividad física y el estrés psicológico asociado con el transporte más de 150 kilómetros o 3.45 horas fueron probablemente demasiado baja.

Los datos obtenidos en este trabajo fueron en cuanto a la **frecuencia de pH según las características del camión**, cuando el medio de transporte que lleva a los animales a su destino es bueno, más del 67 % de los animales presenta una carne con pH normal; cuando el camión es regular o malo la aparición de pH normal no supera los 33 %, llegando a un 36 % con pH superior a 6. A su vez en lo que refiere a la **frecuencia de pH según el origen de la hacienda**, los mayores porcentajes de aparición de pH

superiores a 6 se dan en animales que llegan al frigorífico directo del campo (21,67%), seguido por aquellos que provienen de feedlot (21,62%) y los que atraviesan establecimientos ferias solo un 9% de ellos manifiestan estas condiciones de pH en sus canales. Es de destacar que por el contrario existe más de la mitad de los animales (54,55%) que proceden de ferias con riesgo a poseer carnes DFD, contra el 26,11% de los que resultan directos del campo y un 21,62% que derivan de feedlot. En la bibliografía revisada, no se encontraron datos que relaciones estas variables, a pesar de ello es esperable que a medida que empeoren las características del camión haya más casos de carnes DFD, y que en aquellos animales que provienen de las ferias el pH en intervalo de riesgo es mayor al 50%.

El porcentaje de animales con pH en el límite de ser considerados como elevados y de pH elevado se obtuvo en mayor manera en animales cuyo manejo no ha sido el adecuado y se los **mezcló** en alguna etapa de la cadena (33,33% de pH [5,80 - 5,99] y 33,33% de pH superior o igual a 6; respectivamente), siendo la diferencia de más de diez puntos con aquellos animales que no se los ha mezclado. Contrariamente, para Mach, N. y col (2008), la interacción entre animales de mezcla y de género que no se conocían no afectó pH<sub>24</sub> carne; coincide con éste Sotelo Flores, A.P. y col. (2008) que no encontró asociación ( $p > 0,05$ ) al no mezclar animales en corrales para su transporte, así como el tiempo total de espera antes de la matanza con altos porcentajes de carnes DFD.

Se puede observar que aquellos transportistas que cargaron la **densidad** apropiada o menor presentaron más del 20% de animales (8 y 37, respectivamente) con pH superior a lo admitido, más del 90% de los animales transportados en sobrecarga han presentado rangos de pH de 5,79 a 5,99. Hubo una marcada tendencia que aquellos animales que

una vez llegados al frigorífico si se los destina a ocupar un corral cuya densidad de carga es elevada, van a estar predispuestos a tener valores de pH más elevados que aquellos animales que van a tener una densidad de corral adecuada, según la disposición del reglamento. Mach, N. y col (2008) obtuvieron una interacción estadística significativa ( $P < 0,01$ ) entre la densidad de población que se encontró en matadero y de género, lo que indica que pH<sub>24</sub> de la carne 5,8 de los machos aumentó, en contraste con hembras, como la densidad de población aumentó, alcanzando un máximo de incidencia de 2.79 veces cuando la densidad media en el matadero aumentó por encima de 0,38 animales por m<sup>2</sup>, por lo tanto, la reducción de la densidad de población en el matadero podría tener un mayor impacto en la incidencia de la carne con pH<sub>24</sub> 5.8 en los machos que en las hembras.

En este trabajo, la relación del **Ayuno, el ITH y la interacción entre el ayuno y el ITH** resultó significativa para predecir el valor de pH. Algunas otras variables podrían resultar significativas si se aumenta el número de animales estudiados, ya que en el presente tuvieron sus p-valores mayores a 0,05 pero muy cercanos a este punto crítico. Aquellos animales con 24 horas de espera, en ayuno y en frigorífico, independientemente del tiempo de transporte previo, presentaron 9.4 veces más probabilidad de tener canales con pH>5.8, frente a sus contemporáneos con 3 horas de ayuno (Gallo, C. 2009 y Amtmann y col, 2006); para Mach, N. y col (2008) el pH<sub>24</sub> aumentó doblemente después de las 15 horas 80 minutos de tiempo de espera en el matadero. Los novillos faenados en verano tuvieron 3 veces más de probabilidad de tener un pH mayor o igual a 5,80 que los faenados en invierno ( $p < 0,05$ ) (Amtmann y col., 2006). Coincide Sotelo Flores, A.P. y col (2008) que a temperaturas superiores a

16 ° C durante la conducción, el uso de látigos y el tiempo de espera más largo en corrales de descanso (más de una hora 40 minutos) continuaron siendo los factores relacionados con ellos mismos ( $p < 0,05$ ) con la presencia de carne DFD. Tarrant, V. y Grandin, T, (2000) describen que el porcentaje de pH elevados disminuye en otoño.

## VI. CONCLUSIONES

De los resultados de este trabajo se deducen una serie de conclusiones respecto de las contusiones y del pH en las canales bovinas y su relación con el manejo y el bienestar animal en las etapas previas a la faena, que se detallan a continuación:

- La mayoría de las unidades transportadoras contaba con condiciones estructurales adecuadas, y la metodología de descarga fue mayormente correcta.
- No se han observado contusiones, fracturas o muertes en los animales al momento de su descarga del transporte.
- Se ha registrado un alto porcentaje de canales con contusiones en grados variables de severidad.
- El mayor porcentaje de contusiones han sido pequeñas, irregulares y aparentemente producidas en las últimas 48 horas de vida.
- A mayor mezcla de animales mayor número de contusiones. La presencia de animales con cuernos y las altas densidades de carga en el transporte agravan la situación.
- La relación del tiempo de transporte, la distancia recorrida, las características del camión, la densidad del corral, la mezcla de animales, la densidad de carga y la interacción existente entre la presencia de animales con cuernos con la densidad de carga resultaron significativas para predecir la cantidad de lesiones.
- Alrededor de la mitad de las canales presentaron valores de pH<sub>24</sub> superior a 6,00 (corte oscuro o DFD).
- El porcentaje de canales con pH elevados fue mayor en los machos que en las hembras.

- Los animales jóvenes han presentado mayores valores de pH<sub>24</sub>.
- El tiempo y la distancia de transporte aumentan el porcentaje de animales con pH superiores a 6.
- Las canales de animales provenientes de ferias presentaron mayor porcentaje de pH considerado de riesgo de aparición de carnes DFD ([5,80 - 5,99])
- La relación del Ayuno, del ITH y la interacción entre ambos resulto significativa para predecir el valor del pH<sub>24</sub>.

En estudios futuros sería interesante poder asociar el pH<sub>24</sub>, las frecuencias y características de las contusiones con una causa probable relacionada con el manejo previo al arribo al frigorífico, en un estudio longitudinal de por lo menos 72 horas previas a la faena. De esta manera se podría detectar y hacer hincapié en mejorar el eslabón más débil de la cadena agroalimentaria de la producción de bovinos, obteniendo así alta calidad de carne.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aguilar, N. M.; Rossner, M. V.; Balbuena, O. 2012. Manual práctico de bienestar animal: recomendaciones para su implementación en el manejo de bovinos de producción. 1ª ed. - Chaco: Ediciones INTA, 2012. 36 p.: il.
2. Amerling, Carolina. Tecnología de la Carne: Antología. 2001. Editorial EUNED. 178 p.
3. Amtmann , V. A., Gallo C., van Schaik G., Tadich, N. 2006. Relationships between ante-mortem handling, blood based stress indicators and carcass pH in steers. Arch. Med. Vet. 38, N° 3.
4. Anderson, B. 1978. The Australian carcass bruise scoring system. *Proceeding of the Australian Society of Animal Production*12:242.
5. Andrade, Ernani Nery; ROÇA, Roberto de Oliveira; SILVA, Roberto Aguilar Machado Santos; GONÇALVES, Heraldo César; PINHEIRO, Rafael Silvio Bonilha. 2008. Prevalência de lesões em carcaças de bovinos de corte abatidos no Pantanal Sul Mato-Grossense transportados por vias fluviais. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Campinas, 28(4): 822-829, out.-dez.
6. Appleby, M.C. 2008. Science of animal welfare. In: Long distance transport and welfare of farm animals. Michael C. Appleby, V. Cussen, L. Lambert, J. Turner Ed. CABI International, Wallingford, UK ; Cambridge, MA. 450 p.
7. Arias, RA; Mader TL; Escobar, PC. 2008. Climatic factors affecting cattle performance in dairy and beef farms. Arch Med Vet 40, 7-22.

8. Barreiro, J.A y Sandoval, B. 2006. Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas. Editorial Equinoccio. Caracas – Venezuela. 359 p.
9. Broom, D.M. 1991. Animal welfare: concepts and measurement. *Journal of animal science* 69:4167-4175.
10. Broom, D.M. 2005. The effects of land transport on animal welfare. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 2005, **24**(2), 683-691
11. Chambers, Philip G. y Grandin, Temple. 2001. Directrices para el Manejo, Transporte y Sacrificio Humanitario del Ganado. Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for Asia and the Pacific.
12. Consigli, Ricardo Ignacio; Aimar, María Verónica; Cravero, Bautista Fermín y Rosmini, Marcelo Raúl. 2009. Manual de Buenas Prácticas Pecuarias para Establecimientos productores de Ganado Bovino de Carne a Base Pastoril. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentos. Ed. De la Universidad Católica de Córdoba.
13. Costa, L.N.; Lo Fiego, D.P.; Tassone, F. 2005. Relationship between pre-slaughter handling and carcasses bruising in calves. *Italian Journal of Animal Science* **4** (Suppl 2):257-259.
14. Costa, L.N. 2009. Short-term stress: the case of transport and slaughter. *Italian Journal of Animal Science* **8** (Suppl 1):241-252.
15. Dalla Villa, P.; Iannetti, L.; Di Franceso, C.; Di Pasquale, A.; Fiore, G.; Caporale, V. 2008. Quality management for the road transportation of livestock. *Veterinaria Italiana* **44**(1):187-200.

16. EFSA Panel on Animal Health and Welfare. 2011. Scientific Opinion Concerning the Welfare of Animals during Transport. *EFSA Journal* 2011; 9(1):1966
17. Fabregas, E.; Velarde, A. y Diestre, A. 2003. El bienestar animal durante el transporte y sacrificio como criterio de calidad. IRTA, Centro de Tecnología de Carne, Monells [http://www.irta.es/xarxatem/diestre\\_cas.htm](http://www.irta.es/xarxatem/diestre_cas.htm)
18. Fox, J. B. Los pigmentos de la carne, *in* Price, J. F.; Schweigert, B. S. (1994). *Ciencia de la carne y de los productos cárnicos*. Zaragoza, España. Ed. Acribia. 579 p.
19. Gallo, C; Caro, M. y Villarroel, C. 1999. Characteristics of cattle slaughtered within the Xth Region (Chile) according to the terms stated by the official Chilean standards for classification and carcass grading. *Archivos de Medicina Veterinaria* 31, 81–88.
20. Gallo, C; Espinoza, A.; Gasic J. 2001. Effects of 36 hours road transport with or without a resting period on live weight and some meat quality aspects in cattle. *Archivos de Medicina Veterinaria* 2001, 33, N° 1, 43-53.
21. Gallo, C.; Lizondo, G.; Knowles, T.G. 2003. Effects of journey and lairage time on steers transported to slaughter in Chile. *Veterinary Record* **152**:361-364.
22. Gallo, C. & N. Tadich. 2005. Transporte terrestre de bovinos: efectos sobre el bienestar animal y la calidad de la carne. *Agro-Ciencia* **21**(2):37-49.
23. Gallo, C.; Warriss, P; Knowles, T; Negrón, N; Valdés, A; Mencarini, I. Densidades de carga utilizadas para el transporte de bovinos destinados a matadero en Chile. *Arch. Med. Vet.* 37, N° 2, 2005, págs. 155-159.

24. Gallo, C.B. 2008. Using scientific evidence to inform public policy on the long distance transportation of animals in South America. *VeterinariaItaliana*44(1):113-120.
25. Gallo, C. 2009. Transporte y reposo pre-sacrificio en bovinos y su relación con la calidad de la carne. En: Bienestar Animal y Calidad de la Carne. (Eds.) Mota-Rojas, D. y Guerrero-Legarreta, I. Editorial BM Editores. México. pp:15-36.
26. Garzón, Mc Allister Tafur; Acosta Barbosa, M. José Miguel. 2006. Bienestar Animal: Nuevo reto para la ganadería. Publicación del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA ISBN: Código: 00.10.33.06 Producción editorial: Fotomecánica, impresión y encuadernación.
27. Gil, Fernando, Marini, Hernán, Delgado, María Laura y Pais, Paula Mariana. 2005. Bienestar animal y su impacto económico, Rev. Hereford, Bs. As., 71(637):66-79. Trabajo presentado en el IIº Seminario Hereford-UCA, Noviembre de 2004.
28. Grandin, T. 1996. El bienestar animal en las plantas de faena. American Association of Bovine Practitioners, Proceedings, págs. 22-26.
29. Grandin, T. 1997. Assessment of stress during handling and transport. *J AnimSci*1997. 75:249-257.
30. Grandin, T. 1998. Review: Reducing Handling Stress Improves Both Productivity and Welfare. *The professional Animal Scientist* 14:1-10
31. Grandin, T. 2000a. Behavioural principles of handling cattle and other grazing animals under extensive conditions. In: Grandin, T. (Ed.). *Livestock Handling and Transport*, 2<sup>nd</sup>edn. CABI Publishing.

32. Grandin, T. 2000b. El ganado arisco y la carne oscura: Cómo minimizar su impacto. BEEF, febrero de 2000, págs. 16-18.
33. Grandin, T. 2006. Progress and challenges in animal handling and slaughter in the U.S. Elsevier. *Applied Animal Behaviour Science* 100: 129–139.
34. Grandin, T. 2008. Strategies for improve farm animal welfare and reduce long distance transport of livestock going to slaughter. In: Long distance transport and welfare of farm animals. Michael C. Appleby, V. Cussen, L. Lambert, J. Turner Ed. CABI International, Wallingford, UK ; Cambridge, MA. 450 p.
35. Hall, S. J. G. Comportamiento del ganado bovino. En: Jensen, P. (2004). *Etología de los animales domésticos*. Zaragoza, España. Ed. Acribia. 239 p.
36. Hamdy, M.K.; Kunkle, L.E.; Deatherage, F.E. 1957a. Bruised tissue II. Determination of the age of a bruise. *Journal of Animal Science* **16**:490-495.
37. Hamdy, M.K.; Kunkle, L.E.; Rheins, M.S.; Deatherage, F.E. 1957b. Bruised tissue III. Some factors affecting experimental bruises. *Journal of Animal Science* **16**:496-501.
38. Huertas S. y A. Gil. 2002. Machucones; incidencia en las reses faenadas. [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar) (accedido en septiembre de 2010).
39. Huertas, Stella Maris. 2004. Puntos críticos que afectan el bienestar de los animales; recomendaciones para mejorar la calidad de la carne. INIA, Uruguay.
40. Huertas, Stella Maris. Principios básicos del comportamiento animal (etología aplicada). Centro colaborador OIE en bienestar animal Chile – Uruguay. [http://www.bienestaranimal.org.uy/files/Huerta\\_3.pdf](http://www.bienestaranimal.org.uy/files/Huerta_3.pdf). (accedido en febrero 2016)

41. Hugues, B.; Navaroli, F; Torres, M.; Soto, C.G. La visión cromática en los animales. 2008. REDVET. Revista electrónica de Veterinaria 1695-7504 2008 Volumen IX Número 11.
42. HSA (Humane Slaughter Association). 2013. Manejo Humanitario del Ganado. Copyright HSA 2013, The Old School, Brewhouse Hill, Wheathampstead, Herts., AL4 8AN, Reino Unido. <http://www.hsa.org.uk/downloads/manejohumanitariodeganado.pdf>
43. INN (Instituto Nacional de Normalización). 2002. Canales de Bovino - Definiciones. Norma Chilena Oficial NCh. 1306, Of. 02.
44. IPCVA- Bienestar animal y calidad de la carne, buenas prácticas de manejo del ganado. Mayo 2006. Cuadernillo Técnico N° 1.
45. IPCVA. “Evaluación de las prácticas ganaderas en bovinos que causan perjuicios económicos en plantas frigoríficas de la República Argentina” (año 2005). 1° Edición - Marzo 2007.
46. IPCVA- Evaluación de las prácticas relacionadas con el transporte terrestre de hacienda que causan perjuicios económicos en la cadena de ganados y carnes. Cuadernillo Técnico N° 5, Mayo 2008
47. Jarvis, A.M.; Selkirk, L. Cockram, M.S. 1995. The influence of source, sex class and pre-slaughter handling on the bruising of cattle at two slaughterhouses. *LivestockProductionScience*43:215-224.
48. Jensen, P. El estudio del comportamiento animal y sus aplicaciones. En: Jensen, P. (2004). Etología de los animales domésticos. Zaragoza, España. Ed. Acribia. 239 p.

49. Keeling, L; Jensen, P. Trastornos del comportamiento, estrés y bienestar. En: Jensen, P. (2004). Etología de los animales domésticos. Zaragoza, España. Ed. Acribia. 239 p.
50. Klont R.E.; Barnier, V.M.H.; Smulders, F.J.M.; Van Dijk, A.; Hoving- Bolink, A.H.; Eikelenboom, G. 1999. Post-mortem variation in pH, temperature, and colourproles of veal carcasses in relation to breed, blood haemoglobin content, and carcass characteristics. *MeatScience* 53 (1999) 195±202.
51. Knowles, T.G. 1999. A review of the road transport of cattle. *Veterinary Record* **144**:197-201.
52. Langlois, N.E.I. 2007. The science behind the quest to determine the age of bruises – a review of the English language literature. *ForensicScience Medical Pathology***3**:241-251.
53. Lawrie, R. A. Ciencia de la Carne. (1977). Zaragoza, España. Ed Acribia. 456 p.
54. Prändl, O.; Fischer, A.; Schmidhofer, T.; Sinell, H. J. Tecnología e Higiene de la Carne. (1994). Zaragoza, España. Ed Acribia, S.A. 853 p.
55. Mach, N.; Bach, A.; Velarde, A.; Devant, M. 2008. Association between animal, transportation, slaughterhouse practices, and meat pH in beef. *Meat Science***78**: 232-238.
56. Marahrensa, M., Kleinschmidt N.; Di Nardo A.; Velarde A., Fuentes C., Truar, A.; Otero J.L.; Di Fede E.; Dalla Villa, P. 2011. Risk assessment in animal welfare – Especially referring to animal transport. *Preventive Veterinary Medicine* 102 (2011) 157– 163.

57. María, G.A.; Villarroel, M.; Sañudo, C.; Olleta, J.L., Gebresenbet, G. 2003. Effect of transport time and ageing on aspects of beef quality. *Meat Science***65**:1335-1340.
58. McNally, P.W. & P.D. Warriss. 1996. Recent bruising in cattle at abattoirs. *Veterinary Record* **138**:126-128.
59. Minka, N.S. & J.O. Ayo. 2007. Effects of loading behaviour and road transport stress on traumatic injuries in cattle transported by road during the hot-dry season. *Livestock Science***107**:91-95.
60. Monin, G. 1998. Recent methods for predicting quality of whole meat. *Meat Science***49**:S231-S243.
61. Nanni Costa, L.; Lo Fiego, D.P; Tassone, F. 2005. Relationship between pre-slaughter handling and carcass bruising in calves. *ItalyJournal Animal Science*. Vol. 4 (Suppl. 2), 257-259.
62. Nanni Costa, L., Lo Fiego, D.P., Tassone, F. and Russo, V., 2006. The relationship between carcass bruising in bulls and behaviour observed during pre-slaughter phases. *VeterinaryResearchCommunications*, 30(Suppl. 1), 379–381
63. OrdóñezPereda, J.A; Cambero Rodriguez, M.I; Fernández Álvarez, L.; García Sanz, M.L.; García de Fernando Minguillón, G.D.; de laHozPerales, L.; SelgasCortecero, M.D. 1998. *Tecnología de los Alimentos, Volumen II: Alimentos de Origen Animal*. Editorial Síntesis, S.A. Madrid, España. 366 p.
64. Pardo, J. E., Tarjuelo, L., Mateos, B., Hurtado, J., Alvarruiz, A., 2006. Parámetros a evaluar en el control de calidad de las carnes. *Eurocarne* N° 152, diciembre 2006, pag 1 – 13.

65. Partida, J.A.; Olleta, J.L.; Campo, M.M.; Sañudo, C; María, G.A. 2007. Effect of social dominance on the meat quality of young Friesian bulls. *Meat Science* 76 (2007) 266–273.
66. Pilling, M.L.; Vanezis, P.; Perrett, D.; Johnston A. 2010. Visual assessment of the timing of bruising by forensic experts. *Journal of Forensic and Legal Medicine* 17:143–149.
67. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. Reglamento de Inspección de Productos, Subproductos y Derivados de Origen Animal. Decreto 4238/68 Actualizado.
68. Sandström, V. 2009. Development of a monitoring system for the assessment of cattle welfare in abattoirs. Student report 293. Swedish University of Agricultural Science, Department of Animal Environment and Health Section of Animal Hygiene, Skara, Sweden, 56 p.
69. Sañudo, C., Olleta, J. L., Campo, M. M., Panea, B. & Rota, E. (2005). Determinación instrumental de la calidad de la carne. In C. Sañudo, Y. V. Cañeque (Eds.), *Propuesta de muestreo* (pp. 274-281). Madrid, España: Instituto Nacional de Investigación Agraria y Alimentaria.
70. Sañudo, C.; Jimeno, V.; Cerviño, M. (2008). Producción de ganado vacuno de carne y tipos comerciales en España. Madrid, España. Ed. Schering-Plough. 306 p.
71. SENASA, Registro Nacional de Medios de Transporte de Animales (Res. 97/99)
72. SENASA, Manual de Procedimientos de Bienestar Animal, Bienestar animal, Orden de Servicio N° 02/04, Buenos Aires, 3 de febrero 2004. Dr. Juan Carlos Demaría.

73. Strappini, A.C.; Metz, J.H.M.; Gallo, C.B.; Kemp, B. 2009. Origin and assessment of bruises in beef cattle at slaughter. *Animal*3(5):728-736.
74. Strappini, A.C.; Frankena, K; Metz, J.H.M.; Gallo, B.; Kemp, B. Prevalence and risk factors for bruises in Chilean bovine carcasses. 2010. *Meat Science* 86 (2010) 859–864.
75. Sotelo Flores, Alma Patricia; Perez Linares, Cristina; Figueroa Saavedra, Fernando; Barreras Serrano, Alberto y Sánchez López, Eduardo. 2008. Evaluation of Changes in Management Practices on Frequency of DFD Meat in Cattle. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 7 (3): 319-321.
76. Swanson, J.C & Morrow-Tesch J. 2001. Cattle transport: Historical. Research, and future perspectives. *Journal of Animal Science*79:E102-E109.
77. Tarrant, P.V.; Kenny, F.J. y Harrington, D. 1988. The effect of stocking density during 4 h transport to slaughter on behaviour, blood constituents and carcass bruising in Friesian steers. *Meat Science* 24, 209–222.
78. Tarrant, V. & T. Grandin, 2000. Cattle transport. In: Grandin, T. (Ed.). *Livestock Handling and Transport*, 2<sup>nd</sup>edn. CABI Publishing.
79. Tarumán, J.A.; Gallo, C.B. 2008. Bruising in lamb carcasses and its relationship with transport. *Arch Med Vet* 40, 275-279.
80. Viljoen, H.F.; Kock, H.L.; Webb, E.C. 2002. Consumer acceptability of dark, firm and dry (DFD) and normal pH beef steaks. *Meat Science* 61 (2002) 181–185.

81. Villarroel, M.; Maria, G. A.; Sierra, I.; Sañudo, C.; Garcia-belenguer, S.; Gebresenbet, G. 2001. Critical points in the transport of cattle to slaughter in Spain that may compromiso the animals' welfare. *Veterinary Record* 149, 173-176
82. Villarroel, M.; María, G.A.; Sañudo, C.; Olleta, J.L., Gebresenbet, G. 2003. Effect of transport time on sensorial aspects of beef meat quality. *Meat Science* **63**:353-357.
83. Von Borell, E. H. 2001. The biology of stress and its application to livestock housing and transportation. *Journal of Animal Science* 79:E260-E267.
84. Warriss, P. D. (2003). *Ciencia de la carne*. Zaragoza, España. Ed. Acribia. 309 p.
85. Weeks, C. A., McNally, P. W., &Warriss, P. D. (2002). Influence of the design of facilities at auction markets and animal handling procedures on bruising in cattle. *Veterinary Record*, 150, 743–748.
86. Wythes, J.R.; Kaus, R.K and Newman G.A. 1985. Bruising in beef cattle slaughtered at an abattoir in southern Queensland. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 25(4) 727 – 733.