

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROALIMENTARIAS
ESCUELA DE ZOOTECNIA**

Proyecto de graduación para optar por el título de Licenciado en Ingeniería Agronómica
con énfasis en Zootecnia

**“CUANTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LESIONES EN CANALES BOVINAS
Y SU COSTO ECONÓMICO EN LA PLANTA PROCESADORA
COPEMONTENCILLOS R.L.”**

Irene Ávalos Campos
Juan Ignacio Herrera Muñoz
Rodrigo Morera Reyes

2012

Tribunal

Esta Tesis ha sido aceptada en su presente forma por la Escuela de Zootecnia de la Facultad de Ciencias Agroalimentarias de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar por el grado de Licenciado en Ingeniería Agronómica con énfasis en Zootecnia.

Ing. Carlos Arroyo Oquendo, M.Sc.

Director de tesis
Director de Escuela de
Zootecnia.

Lic. Gabriel Chinchilla Cortés

Miembro del tribunal

M.Sc. Alejandro Chacón Villalobos

Miembro del tribunal

Ing. Michael López Herrera, Lic.

Miembro del tribunal

Ing. Roger Molina Coto, Lic.

Miembro del tribunal

Irene Ávalos Campos, Bach.

Sustentante

Juan Ignacio Herrera, Bach.

Sustentante

Rodrigo Morera Reyes, Bach.

Sustentante

Dedicatoria

A Dios, por darme el regalo de la vida y abrirme ventanas cuando se me cerraban puertas.

A mi madre Raquel, por acompañarme desde el principio de la carrera en todo, nunca dejó que me diera por vencida en ninguna situación por más difícil que fuera.

A mi padre Milton, por ayudarme siempre en la travesía profesional y ser un ejemplo para mí.

A Marito, un buen amigo en el camino.

A mi Tía Mary, mi segunda mamá, le agradezco sus palabras sabias, sus consejos y cariños que me ha brindado toda mi vida.

A mi abuela Clara, siempre preocupándose y rezando por mis proyectos.

A mi abuelo Rodrigo, aunque ya no está con nosotros, le hubiera encantado lo que soy, amante del campo y los animales.

A mis compañeros de tesis Rodrigo y Juan, un equipo que pasó por muchas adversidades pero logró sus objetivos.

A Rodrigo, por siempre estar junto a mí durante el camino profesional, por todo su amor y dedicación en nuestros proyectos.

Irene Ávalos Campos

Dedicatoria

A mi familia, principalmente a mi madre Marta y mi padre Julio, por brindarme siempre un apoyo incondicional y las herramientas que me permitieron recorrer el camino que me ha traído tan lejos.

A Mara, por ser mi felicidad, mi apoyo, mi amiga y el motivo que me empuja a ser una persona más completa cada día.

Juan Ignacio Herrera Muñoz

Dedicatoria

A Dios por darme la fortaleza y persistencia para llegar a este punto de mis estudios.

A mi padre Rodrigo por darme siempre la posibilidad de estudiar, a mi madre Enid por todo su apoyo, a mi abuela Niní que me vigila desde el cielo y mi abuela Yenny por apoyarme en mis estudios y vida siempre.

A todos los profesores que me educaron y guiaron no solo como su alumno sino como su amigo.

A mi padrino Henry Araya por su gran apoyo para mis estudios y guía como amigo.

A mis compañeros de tesis Juan e Irene por su apoyo y gran esfuerzo para que llegáramos a este punto.

A mi novia Irene por todo su apoyo durante la carrera, toda la felicidad y cariño que me brinda. Gracias por ser mi compañera de vida.

Rodrigo Morera Reyes

Agradecimientos

A Coopemontecillos, por facilitarnos sus instalaciones para realizar el trabajo y al personal de planta y recibo de ganado por su colaboración.

A Carlos Arroyo por toda la asistencia que nos prestó durante el proceso de tesis.

A Gabriel Chinchilla, por su apoyo técnico y accesibilidad.

A Jorge López por la ayuda técnica que nos dio en la planta de cosecha.

A Cynthia Dent por su iniciativa en darnos el financiamiento requerido.

A la Human Society International (HSI), por el respaldo económico brindado al proyecto.

A Jorge Camacho por regalarnos minutos de su valioso tiempo y conocimiento estadístico.

A Julio Rodríguez y Esteban Jiménez por darnos las pautas para iniciar la tesis.

A la familia Morera Reyes, por la hospitalidad que nos ofreció durante dos meses de trabajo.

Índice General

| Capítulo | Página |
|---|--------|
| Tribunal | ii |
| Dedicatorias..... | iii |
| Agradecimientos..... | vi |
| Índice de figuras | xi |
| Índice de cuadros | xiii |
| Índice de anexos | xiv |
| Resumen | xv |
| 1. Introducción | 1 |
| 2. Objetivos..... | 3 |
| 2.1. General..... | 3 |
| 2.2. Específicos | 3 |
| 3. Marco Teórico..... | 4 |
| 3.1. Lesiones e importancia de su estudio | 4 |
| 3.2. Panorama internacional..... | 5 |
| 3.3. Panorama nacional..... | 6 |
| 3.4. Causas de lesiones en el ganado bovino | 8 |
| 3.4.1. Factor humano | 9 |
| 3.4.2. Factor humano en finca | 10 |
| 3.4.3. Factor humano en planta de cosecha | 10 |
| 3.4.3.1. Insensibilización | 10 |
| 3.4.3.2. Intervalo entre insensibilización y desangrado | 11 |
| 3.4.3.3. Desangrado e inconciencia | 11 |
| 3.4.3.4. Chuzo eléctrico..... | 11 |
| 3.5. Transporte | 11 |
| 3.5.1. Importancia de un transporte adecuado | 12 |
| 3.5.2. Causas de lesiones por transporte | 12 |
| 3.5.3. Tiempos de transporte..... | 13 |
| 3.5.4. Antecedentes en Costa Rica | 13 |

| | |
|---|----|
| 3.5.5. Manejo y comportamiento humano hacia el animal..... | 14 |
| 3.5.6. Densidad de carga de los animales..... | 14 |
| 3.6. Instalaciones..... | 15 |
| 3.6.1. Pisos y rampas | 15 |
| 3.6.2. Mangas..... | 15 |
| 3.6.3. Iluminación | 15 |
| 3.7. Factores del animal que inciden en las lesiones | 15 |
| 3.7.1. Comportamiento animal..... | 15 |
| 3.7.2. Sexo y edad..... | 16 |
| 3.7.3. Musculatura y grasa | 16 |
| 3.7.4. Encastamiento..... | 16 |
| 3.7.5. Cornamenta..... | 17 |
| 3.8. Tipos de lesiones..... | 17 |
| 3.8.1. Lesiones producidas por traumas..... | 17 |
| 3.8.2. Lesiones producidas por inyección..... | 18 |
| 3.8.3. Lesiones producidas por parásitos | 19 |
| 3.8.4. Lesiones producidas por fierro | 19 |
| 3.9. Efectos del estrés y lesiones en la calidad de la carne | 19 |
| 3.9.1. Calidad de la carne..... | 20 |
| 3.9.2. Condición DFD (Oscura, firme y seca) y PSE (pálida, suave y exudativa)..... | 20 |
| 4. Metodología | 22 |
| 4.1. Ubicación del estudio | 22 |
| 4.1.2. Materiales..... | 22 |
| 4.2. Recolección de la información..... | 22 |
| 4.2.1. Recibo de ganado | 23 |
| 4.2.2. Guía de transporte..... | 23 |
| 4.2.3. Características del camión | 23 |
| 4.2.3.1. Densidad del camión | 23 |
| 4.2.3.2. Tiempo de viaje | 24 |
| 4.2.3.3. Velocidad de viaje | 24 |

| | |
|--|----|
| 4.2.3.4. Distancia..... | 24 |
| 4.2.3.5. Choferes y personal de recibo..... | 24 |
| 4.2.4. Animales..... | 24 |
| 4.2.4.1. Encastamiento..... | 24 |
| 4.2.4.2. Cornamenta..... | 24 |
| 4.2.4.3. Alteraciones..... | 25 |
| 4.3. Planta de cosecha..... | 25 |
| 4.3.1. Sitios de recolección de datos..... | 25 |
| 4.3.2. Zonificación de la canal..... | 26 |
| 4.4. Clasificación de las lesiones..... | 28 |
| 4.4.1. Lesiones por traumatismo..... | 28 |
| 4.4.1.1. Lesión reciente..... | 28 |
| 4.4.1.2. Lesión antigua..... | 30 |
| 4.4.2. Lesión por inyección..... | 30 |
| 4.4.3. Lesión por parásitos..... | 31 |
| 4.4.4. Lesión por marcaje..... | 31 |
| 4.4.5. Grados de agresión de lesiones..... | 32 |
| 4.4.6. Frecuencia de lesiones..... | 32 |
| 4.4.7. Musculatura y grasa..... | 32 |
| 4.4.8. Edad dentaria..... | 33 |
| 4.5. Modelo estadístico..... | 33 |
| 4.6. Financiamiento..... | 33 |
| 5. Resultados y discusión..... | 34 |
| 5.1. Transporte del ganado..... | 34 |
| 5.1.1. Características de los camiones..... | 34 |
| 5.1.2. Distancias y tiempos promedio de viaje..... | 38 |
| 5.1.3. Velocidades de transporte..... | 39 |
| 5.1.4. Condiciones de recibo..... | 40 |
| 5.2. Características de los bovinos..... | 40 |
| 5.2.1. Procedencia de los animales..... | 41 |
| 5.2.2. Grado de encastamiento..... | 42 |

| | |
|--|----|
| 5.2.3. Cornamenta..... | 43 |
| 5.2.4. Edad y peso promedio de machos y hembras..... | 43 |
| 5.2.5. Rendimiento de canal caliente y pesos en canal caliente | 44 |
| 5.2.6. Musculatura y grasa | 45 |
| 5.2.7. Densidad de carga | 46 |
| 5.2.8. Utilización de chuzo eléctrico | 48 |
| 5.2.9. Resumen de variables..... | 48 |
| 5.3. Generalidades de las lesiones..... | 49 |
| 5.3.1. Retiro por tipo de lesión..... | 51 |
| 5.3.2. Retiro de carne según edad | 54 |
| 5.3.3. Antigüedad y severidad de lesiones | 55 |
| 5.3.4. Frecuencia de lesiones..... | 56 |
| 5.3.5. Pérdidas económicas | 62 |
| 6. Conclusiones | 65 |
| 7. Recomendaciones..... | 67 |
| 8. Literatura citada..... | 68 |
| 9. Anexos | 74 |

Índice de figuras

| Figura | Página |
|--|--------|
| 1. Flujo de proceso de matanza y ubicación de los puntos de recolección de datos A,C y B en el mismo | 26 |
| 2. Zonificación de la canal para determinar frecuencia de lesiones | 27 |
| 3. Lesión ocurrida 24 horas antes de la cosecha | 29 |
| 4. Lesión ocurrida entre las 24 y 48 horas antes de la cosecha | 29 |
| 5. Lesión antigua | 30 |
| 6. Lesión por inyección..... | 30 |
| 7. Lesiones ocasionadas por tórsalo (<i>Hypoderma bovis</i>) | 31 |
| 8. Lesión por marcaje | 31 |
| 9. Procedencia de los camiones por provincia | 34 |
| 10. Tipos de cama presentes en los 148 viajes muestreados | 36 |
| 11. Características del piso de los 148 viajes muestreados | 38 |
| 12. Procedencia por provincia de las 2.245 reses según el sexo | 41 |
| 13. Distribución del encastamiento en las 2.245 reses muestreadas | 42 |
| 14. Comparación entre densidades óptimas para reses con cuernos | 47 |
| 15. Comparación entre densidades óptimas para reses sin cuernos | 48 |
| 16. Total de reses con presencia de lesión | 50 |
| 17. Total de reses con retiro de carne por lesión..... | 50 |
| 18. Porcentajes por retiro de carne según la causa de la lesión | 51 |
| 19. Cortes con mayor porcentaje de retiro por mala aplicación de inyección | 52 |
| 20. Cortes con mayor porcentaje de retiro por presencia de parásitos | 52 |
| 21. Cortes con mayor porcentaje de retiro por traumas | 53 |
| 22. Retiro de carne para hembras y machos de 0, 2, 6 y 8 dientes en 1525 animales..... | 54 |
| 23. Porcentaje de zonas con mayor frecuencia de lesiones por trauma de antigüedad Tipo 1. n=7239..... | 57 |

| | |
|---|----|
| 24. Porcentaje de zonas con mayor frecuencia de lesiones por trauma de antigüedad Tipo 2. n=14..... | 58 |
| 25. Porcentaje de zonas con mayor frecuencia de lesiones por trauma de antigüedad Tipo 3. n=426..... | 59 |
| 26. Porcentaje de zonas con mayor frecuencia de lesiones por inyección. n=384..... | 60 |
| 27. Porcentaje de zonas con mayor frecuencia de lesiones por parásitos. n=131..... | 61 |

Índice de cuadros

| Cuadro | Página |
|---|---------------|
| 1. Contusiones en el ganado engordado en corral en Estados Unidos | 6 |
| 2. Porcentaje de animales con y sin cuernos en el ganado engordado en corral en Estados Unidos | 6 |
| 3. Comparación de estudios de lesiones en bovinos realizados en diferentes años en Coopemontecillos R.L., Alajuela, Costa Rica | 8 |
| 4. Densidades de carga para el transporte de bovinos en camiones | 14 |
| 5. Promedio de carne retirada (g) por animal según la cama empleada | 37 |
| 6. Distancias aproximadas y tiempos de viaje calculados desde las seis provincias hasta la planta de cosecha de Coopemontecillos R.L. | 39 |
| 7. Velocidades promedio de las seis provincias hasta Coopemontecillos R.L. | 40 |
| 8. Edad (según incisivos permanentes) y peso vivo promedio de hembras y machos en 2.245 bovinos de muestra | 44 |
| 9. Rendimiento y pesos promedio en canal caliente en machos y hembras según edad..... | 45 |
| 10. Factores asociados a retiro de carne por trauma y su significancia estadística | 49 |
| 11. Distribución de retiro de lesiones por animal..... | 53 |
| 12. Pérdidas de carne promedio por trauma según edad dentaria..... | 55 |
| 13. Retiro por trauma según antigüedad y severidad de la lesión..... | 55 |
| 14. Pérdidas en kilogramos de carne en el 2011 para el productor..... | 62 |
| 15. Pérdidas en colones y dólares en el 2011 para el productor..... | 62 |
| 16. Pérdidas anuales en colones por oportunidad de venta de carne por corte en el 2011 para la industria | 63 |

Índice de anexos

| Anexo | Página |
|---|--------|
| 1. Hoja de recolección de datos en punto “A” – Retiro de lesiones punto 1 | 74 |
| 2. Hoja de recolección de datos en punto “B” – Retiro de lesiones punto 2 | 75 |
| 3. Hoja de recolección de datos en punto “C” – Frecuencia de lesiones..... | 76 |
| 4. Hoja de recolección de datos en área de recibo de reses en corrales | 77 |
| 5. Salida de programa SPSS® (versión 20.0, 2011) para análisis de varianza de variable dependiente: Retiro Carne por Trauma | 78 |
| 6. Salida de programa SPSS® (versión 20.0, 2011) para análisis de varianza de variable dependiente: Antigüedad tipo 1 | 79 |
| 7. Salida de programa SPSS® (versión 20.0, 2011) para estimaciones y comparaciones por pares de variable: Rejilla, para variable dependiente: Retiro Carne por Trauma..... | 80 |
| 8. Salida de programa SPSS® (versión 20.0, 2011) para estimaciones y comparaciones por pares de variable: Cama, para variable dependiente: Retiro Carne por Trauma..... | 81 |
| 9. Salida de programa SPSS® (versión 20.0, 2011) para estimaciones y comparaciones por pares de variable: Sexo, para variable dependiente: Retiro Carne por Trauma..... | 82 |
| 10. Salida de programa SPSS® (versión 20.0, 2011) para estimaciones y comparaciones por pares de variable: Edad, para variable dependiente: Retiro Carne por Trauma..... | 83 |
| 11. Salida de programa SPSS® (versión 20.0, 2011) para estimaciones y comparaciones por pares de variable: Músculo, para variable dependiente: Retiro Carne por Trauma..... | 85 |
| 12. Salida de programa SPSS® (versión 20.0, 2011) para estimaciones y comparaciones por pares de variable: Grasa, para variable dependiente: Retiro Carne por Trauma..... | 86 |
| 13. Salida de programa SPSS® (versión 20.0, 2011) para estimaciones de los parámetros con variable dependiente: Retiro Carne por Trauma | 87 |
| 14. Comparación de estudios de lesiones en bovinos realizados en diferentes años en Coopemontecillos R.L., Alajuela, Costa Rica | 88 |

RESUMEN

La presente investigación evaluó las lesiones en canales bovinas, con el propósito de cuantificar y caracterizar su comportamiento, incidencia, factores, causas comunes e impacto económico de un muestreo de animales (tanto hembras como machos) en la planta procesadora Coopemontecillos R.L. La fase experimental se llevó a cabo en el período de agosto-setiembre (estación lluviosa) 2011, en las instalaciones de Coopemontecillos R.L., ubicadas en Montecillos, Alajuela. En dicha fase se evaluó una muestra de 2.245 animales transportados en 148 viajes. Por las mañanas, durante el proceso de matanza, se recolectaron, pesaron y evaluaron las lesiones en la planta y por las tardes-noches se evaluaron los camiones que transportaron los animales, marcándose estos últimos individualmente en la manga de recibo.

Los tipos de lesión considerados según causa fueron: por trauma, por parásito, por inyección y por fierro. Además se evaluaron tanto la antigüedad como la severidad de dichas lesiones. Del total de animales muestreados, un 91% presentó algún tipo de lesión, mientras que al 67,9% se le retiró alguna porción de carne, para un total de 1.907 kg eliminados. De esta carne retirada, un 80,3% correspondió a lesión por trauma, 16,5% por inyección, 3% por parásitos y 0,1% por fierros. El análisis estadístico indicó que existe una diferencia significativa ($p < 0,5$) entre machos y hembras, siendo el retiro mayor para estas últimas. No existió una diferencia significativa ($p \geq 0,5$) a nivel de retiro por lesión entre animales provenientes de finca o subasta. Los factores que más influyen en la incidencia de retiro por trauma están en su mayoría asociados al transporte y son: chofer, rejilla, cama, tiempo, distancia y velocidad del viaje, edad, sexo, musculatura y cobertura grasa. El 82,5% de las lesiones retiradas ocurrieron 24 horas o menos antes del sacrificio.

El análisis económico evidenció que anualmente, tanto los productores como la planta, dejan de percibir $\$89.674.937,16$ y $\$138.655.397,12$ respectivamente por retiro de carne motivo de lesiones. Según los resultados obtenidos el porcentaje de animales con retiro de carne por lesiones ha incrementado considerablemente con respecto a estudios de años anteriores.

1. INTRODUCCIÓN

Los principales factores pre-cosecha causantes de lesiones están directamente relacionados con las prácticas de manejo que reciben los bovinos a lo largo de la cadena productiva. Entre esos factores se encuentran: estrés psicológico, estrés fisiológico, agentes mecánicos traumáticos, manejo en corral, inyección y vacunación, transporte, presencia de cuernos, factores genéticos y agentes ecológicos (Moreno 2002).

Un manejo violento es la mayor causa de hematomas en todas las especies de consumo humano. Lesiones, hematomas y abuso de animales lisiados y caídos causan mucho dolor y sufrimiento y tremendas pérdidas monetarias a las industrias de carne de res y cerdo (Grandin 1995, 2001). Un manejo tranquilo del ganado y un apropiado aturdimiento van a proveer de beneficios económicos derivando en una buena calidad de la carne (Grandin 1981, Voisinet *et al.* 1997).

Además de las pérdidas económicas, el consumidor de carne se está preocupando, y desea conocer tanto el manejo que se le da a los animales en la finca, así como la manera en que son transportados y sacrificados (Appleby y Hughes 1997).

El bienestar animal es entonces una herramienta a utilizarse en la industria de la carne, incidiendo este sobre el trato del animal, la calidad de la carne y a nivel económico.

Grandin (1995) señala cinco áreas en donde el bienestar animal trae beneficios económicos:

1) Reducción de daños en la canal disminuyendo hematomas y lesiones, ayudando además a preservar la calidad de la carne reduciendo la condición DFD (oscura, firme, seca por sus siglas en inglés dark, firm, dry), y la condición PSE (pálida, suave, exudativa por sus siglas en inglés pale, soft, exudative) de la carne.

2) Mejora la seguridad de los empleados reduciendo accidentes durante el aturdimiento y el manejo.

3) Disminuye las labores requeridas porque los animales se van a mover por los corrales y mangas más fácilmente.

4) Reducción de costos en retrasos por acumulación de animales que no quieren caminar en las líneas durante aturdimiento y manejo, causados usualmente por fallas en diseño de instalaciones, pobre mantenimiento de instalaciones o indiferencia de los empleados.

5) Mejora la percepción del público de la industria cárnica y sirve como herramienta de mercadeo.

Es por las razones económicas anteriores que en la actualidad, el sector pecuario se ve en la obligación de insertarse en un mundo globalizado que exige por parte del mercado y del consumidor calidad, inocuidad e información sobre cómo su producto fue llevado a término. Es por ello que es de gran importancia el estudio de lesiones encontradas en las canales y determinar su origen, por razones de peso económico, por sus consecuencias en la calidad de la carne y también por bienestar animal como valor agregado para el consumidor, quien es el último eslabón de la cadena productiva.

La presente investigación pretende evaluar una muestra representativa de animales para determinar las lesiones que se encuentran presentes en las canales en el proceso de cosecha, aportando a la vez posibles soluciones y recomendaciones, y dando un sentido de continuidad a la concientización de la necesaria aplicación del bienestar animal tanto en sistemas de transporte como en planta de cosecha.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Identificar, clasificar y cuantificar las lesiones presentes en el ganado bovino cosechado en la planta procesadora COOPEMONTENCILLOS R.L., con el propósito de obtener información que permita caracterizar el estado actual del sector industrial cárnico en materia de lesiones a nivel nacional y evaluar el impacto económico que éstas representan.

2.2. Objetivos específicos

- a) Establecer los porcentajes de lesiones en machos y en hembras.
- b) Definir una correlación entre las lesiones presentadas y la edad de los animales.
- c) Comparar la situación nacional actual de la producción cárnica en materia de lesiones con respecto a estudios de años anteriores y relacionar los datos como parámetro de medición de bienestar animal.
- d) Analizar las causas de las lesiones y la información que éstas pueden generar, para identificar problemas de manejo en el sistema de transporte y/o planta de cosecha.
- e) Estimar las pérdidas económicas que generan las lesiones para el ganadero y para la planta de cosecha.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Lesiones e importancia de su estudio.

Según Swatland (2000), la tecnología y manejo tanto pre como pos-cosecha en las plantas de proceso de carne han tomado gran importancia dadas las numerosas investigaciones que han demostrado la amplia relación existente entre los eventos que suceden desde la granja hasta la planta de cosecha, los cuales tienen una gran influencia en la calidad final de la carne, así como repercusiones económicas. Estas repercusiones existentes han hecho que las universidades presten atención en desarrollar más investigación en esta área y así entender la problemática y establecer sistemas cada vez más eficientes.

Mora y Quirós (2006) afirman la justificación económica para la investigación del sistema de producción y análisis de lesiones en carne, además mencionan la existencia de otra justificación que ha adquirido gran interés no solo por la industria e investigadores, sino también por el consumidor: el bienestar animal. Este aspecto se ha tornado de gran importancia para el consumidor, el cual está dispuesto a cambiar su tendencia de consumo por un adecuado manejo humanitario del animal. Según Oliviera (2002), cada país debe establecer regulaciones para toda la cadena de producción con el fin de asegurar las condiciones ideales para la protección y producción humanitaria de las diferentes especies. Además afirma que es deber moral del hombre el respetar a todos los animales y evitar el sufrimiento de aquellos destinados a cosecha.

Por años se debatió la posibilidad de que los mamíferos sintieran dolor, por lo cual se realizaron gran cantidad de investigaciones para determinar la realidad del tema. Grandin (2002) afirma que la ciencia demostró que los mamíferos y aves son capaces de sufrir en una manera muy similar a la forma en que sienten los humanos. Estas afirmaciones responsabilizan aun más al hombre a mantener a los animales destinados para el sacrificio libres de sufrimiento y estrés durante todo el proceso de producción, además de darles el debido respeto.

Todas las investigaciones realizadas para determinar tanto la importancia como la procedencia de las lesiones han demostrado que las prácticas para la reducción de éstas brindan una clara justificación económica para su implementación, para cambiar infraestructuras y las prácticas de manejo.

3.2 Panorama internacional.

Grandin (2000a) afirma que para 1992, las pérdidas en los Estados Unidos por contusiones, magulladuras y machucones en novillos y novillas costaban a la industria alrededor de un dólar por animal vendido, llegando a sumar la cantidad de 22 millones de dólares anuales. Además menciona que los resultados para ese estudio no fueron diferentes del estudio realizado por Grandin (1981) lo cual es preocupante, e implica grandes pérdidas para el productor.

En un estudio de lesiones realizado en los Estados Unidos por el National Beef Quality Audits y el National Cattlemen's Association-Colorado State University (1992-1993) mencionado por Grandin (2000a), se determinó que las repercusiones o pérdidas por lesiones ascendían a 39,2% (Cuadro 1) de la población estudiada en la Auditoría Nacional de la Calidad de la Carne (1992) en animales engordados en corrales. Para 1993 se implementó una serie de alianzas entre los empresarios de toda la cadena de producción llevando a mantener un rastreo de los animales desde su nacimiento hasta la cosecha, obteniendo resultados prometedores que se analizaron en el "Estudio de Campo sobre Alianzas Estratégicas" (1993), con porcentaje de canales lesionadas de 23,4%. Como se puede observar en el Cuadro 1, dicha alianza entre empresarios del sector industrial y productores contribuyó a una baja fuerte en el porcentaje de canales lesionadas y por ende a un importante descenso en las pérdidas anuales. Sin embargo la baja en el porcentaje de canales lesionadas solo se dió en las lesiones superficiales (Cuadro 1), y por el contrario se mantuvo una tendencia en las lesiones graves.

Cuadro 1. Contusiones en el ganado engordado en corral en Estados Unidos.

| Nivel de las contusiones | Promedio nacional de engorde en corral (%)* | Promedio del estudio Alianza de Industriales (%)** |
|--|---|--|
| Canales sin contusiones | 60,8 | 76,6 |
| Canales con contusiones superficiales | 34,3 | 19,2 |
| Canales con grandes contusiones, que requieren recortes significativos | 4,9 | 4,2 |

* Auditoría Nacional de la Calidad de la Carne (1992)

** Estudio de Campo sobre Alianzas Estratégicas (1993)

Fuente: Grandin (2000c)

Según Grandin (2000b), la gran mayoría de las lesiones encontradas en ambos estudios se debieron a la presencia de una alta cantidad de animales con cuernos (Cuadro 2); se afirma que los cuernos son causa de un alto porcentaje de contusiones en el lomo, además de lesiones profundas que atraviesan el cuero y afecciones en los músculos.

Cuadro 2. Porcentajes de animales con y sin cuernos en el ganado engordado en corral en Estados Unidos.

| | Novillos y novillas engordados en corral | Vacas y toros de razas carniceras | Vacas y toros de razas lecheras |
|------------------|--|-----------------------------------|---------------------------------|
| Sin cuernos | 69 | 76 | 88 |
| Cuernos cortados | -- | 8 | 8 |
| Con cuernos | 31 | 16 | 4 |

Fuente: Grandin (2000c)

3.3 Panorama nacional.

Como antecedente a nivel nacional se cuenta con el estudio realizado por Moreno (2002), en el que se analizaron 5.864 canales de las cuales 778 presentaron lesiones (13,3% del total). En la investigación se encontró que la distribución porcentual por género correspondió 66,3% a hembras y 33,7% a machos. Las principales causas de lesiones que se determinaron fueron traumatismos y puntos de inyección. Se calculó un aproximado de las pérdidas económicas anuales ocasionadas por desecho de carne con lesiones, utilizando el promedio de animales sacrificados en los

años 2000, 2001 y 2002, el cual fue de 326.838 animales. Para dicho cálculo se consideró un 13,3% de animales con lesiones, con un peso promedio de lesión de 2,7kg. Con estos parámetros se estimó un faltante de 117.366,3 kg de carne, resultando en ¢83.212.706,7 o su equivalente en dólares de \$220.489,4 (Tipo de cambio al 16/12/02: ¢377,4). Sin embargo se debe tomar en cuenta que el estudio solamente fue realizado tomando muestras de lesiones del cuarto posterior.

En otra investigación, Herrera y Batista (2004) en la cual se evaluaron 13.723 animales de los cuales 2.077 presentaron lesiones, para un total de 15,1%. De las canales lesionadas, 67,8% provenían de hembras y 32,2% de machos. Las principales causas en este estudio fueron traumatismos múltiples ocasionados en las subastas, el transporte y/o la planta de cosecha. El análisis económico para noviembre de 2004 arrojó una pérdida para el sector industrial de ¢6. 301.268,6 y ¢2.616.767,5 para el ganadero, generados por 3.308,5 kg de carne desechada durante la toma de muestras.

Jiménez (2005) muestreó 4.637 canales, de las cuales 1.940 mostraron lesiones (41,84% del total). Para todos los animales a los que se les retiró carne por presencia de lesión, un 44% fueron machos y un 56% hembras. De las 1.940 canales lesionadas, 83,2% presentó lesiones en la región del cuarto posterior, 28,3% en el cuarto anterior y 36,6% presentó al menos una lesión en el costillar. Las pérdidas económicas que se estimaron fueron anuales, utilizando la matanza anual en Costa Rica (330.000 canales), se calcularon 69.300 canales con lesiones. Esto equivale a 290.367 kg, lo cual tiene un valor económico anual de ¢1.338.301.503,00 (\$2.636.532,32).

Finalmente Mora y Quirós (2006), muestrearon 1.072 animales, de los cuales un 40% mostraron lesiones. De las 425 lesiones encontradas, 72% correspondieron a hembras y 28% a machos. Los autores encontraron que los decomisos por lesión le significaron al ganadero pérdidas estimadas en ¢43 millones anuales en machos y ¢126 millones en hembras, para un total de ¢170.810.860,00. Según los resultados resumidos en el Cuadro 3, se muestra que las lesiones son una constante en las

plantas de cosecha y que el porcentaje de canales con lesiones retiradas aumentó con respecto al tiempo en que fueron realizados estos estudios.

Cuadro 3. Comparación de estudios de lesiones en bovinos realizados en diferentes años en Coopemontecillos R.L., Alajuela, Costa Rica.

| | Moreno 2002 | Herrera y Batista 2004 | Jiménez 2005 | Mora y Quirós 2006 |
|---------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Animales muestreados, # | 5.864 | 13.723 | 4.637 | 1.072 |
| Canales con lesiones retiradas, % | 13,3 | 15,1 | 21,0 | 40,0 |
| Canales con presencia de lesiones, % | — | — | 42,0 | — |
| Hembras con lesiones retiradas, % | 66,0 | 68,0 | 56,0 | 72,0 |
| Machos con lesiones retiradas, % | 34,0 | 32,0 | 44,0 | 28,0 |
| Causantes de lesiones | *T, I | *T,I | *T,I,P,F | *T,I,P |
| Peso promedio de lesión por canal, kg | 2,7 | 1,5 | 1,0 | 1,0 |
| Pérdidas por canal, \$USD | \$5,0 16-12-02 1\$: 377,4 | \$2,8 9-11-04 1\$:450,3 | \$2,1 17-5-06 1\$:507,5 | \$1,5 6-06 1\$:510 |

*T=Trauma, I= Inyecciones, P=Parásitos, F= Fierro

3.4 Causas de lesiones en el ganado bovino

Huertas y Gil (2002) resaltan la existencia de tres factores principales que influyen sobre la calidad final de la carne y que son causas de lesiones. Además, cada uno de estos factores tiene a su vez múltiples variables que se deben de tomar en consideración.

1. Factor humano: la falta de experiencia en el trato de los animales, rudeza, falta de información, negligencia, uso de chuzos eléctricos y/o palos, deficiencia en técnicas de arreo, indiferencia.
2. Instalaciones: cuando las instalaciones no son adecuadas, promueven que los animales salten, se golpeen contra los límites o contengan elementos prominentes que puedan lastimarlos o no estén diseñadas de forma tal que promuevan el tránsito fluido de los animales.
3. Carácter de los animales: es sabido que las cruza con razas cebuinas poseen un temperamento mucho más exaltado que las razas *Bos taurus*. Este temperamento sumado a animales astados y nerviosos, promueven las lesiones traumáticas graves.

3.4.1 Factor humano

La manera en que el ganado es manejado, prácticas de producción y procesamiento como el destete, la castración, el descorne, el uso de antibióticos, el confinamiento, el uso de implantes de crecimiento, el transporte, la espera pre-cosecha y el método de aturdimiento han mostrado tener un impacto en la calidad de la carne y/o su inocuidad (Hale 2006). Los seres humanos, y especialmente los profesionales del área pecuaria, deben procurar evitar el sufrimiento innecesario de los animales destinados a producir carne para la alimentación humana. En países más desarrollados, éste es un punto sobre el cual el consumidor ejerce presión, exigiendo que se contemplen dentro de los esquemas de producción y comercialización aspectos relativos al bienestar animal, constituyendo un atributo más de calidad del producto que se conoce como “calidad ética” (Gallo 2009).

Las directrices para el bienestar animal de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE, 2005), indican que: “Los operarios encargados de manejar los animales deberán tener experiencia y ser competentes en la manipulación y desplazamiento del ganado, entender las pautas de comportamiento de los animales y los principios básicos para realizar su labor”. Específicamente se señala que para mover

animales no se deben emplear procedimientos violentos ni medios que les causen dolor o sufrimiento. Existen diversos instrumentos autorizados para tal fin, como banderas, bolsas, tablas de plástico y piezas metálicas. Una adecuada capacitación del personal en estos procedimientos es fundamental, principalmente en etología animal y cómo utilizarla para facilitar el manejo animal en distintas especies (Grandin 2000b, Gallo 2003).

3.4.2 Factor humano en finca

Las inyecciones se encuentran dentro de las principales causas de lesiones. Las inyecciones de casi cualquier vacuna o medicamento causan alguna lesión. La extensión, severidad y pérdida económica de la lesión puede reducirse grandemente con higiene personal y el uso cuidadoso de técnicas para la aplicación del producto en zonas designadas y específicas (Bagley 2001).

3.4.3 Factor humano en planta de cosecha

El manejo del bienestar animal puede medirse en las plantas de cosecha. Grandin (1999b) menciona como criterios a considerar, el porcentaje de bovinos que debieron recibir más de un disparo del insensibilizador de perno retráctil, el porcentaje de animales con sensibilidad total o parcial en el gancho de desangrado, el porcentaje de animales que resbalaron o cayeron al piso, el porcentaje de bovinos que vocalizaron en la manga de insensibilización; que incluye el cajón de noqueo o insensibilización, la manga inmovilizadora que conduce al mismo y el corral de encierro previo, también el porcentaje de animales chuceados y por último los procedimientos con animales caídos.

3.4.3.1 Insensibilización

En el caso de la insensibilización eléctrica, el amperaje debe ser suficiente para que el animal caiga en un estado de inconsciencia inmediato, pero no tal que ocasione coágulos de sangre, rupturas de capilares y quebraduras de huesos, por lo que el equipo debe funcionar dentro de los parámetros eléctricos que han sido verificados mediante la investigación científica. Igualmente importante es la limpieza diaria de los electrodos para asegurar la buena conexión eléctrica. En el caso de la insensibiliza-

ción por perno retráctil, se debe asegurar por medio de un solo disparo de la pistola en una ubicación precisa. La baja eficacia en la insensibilización por perno retráctil se debe a un mal mantenimiento del equipo o mala capacitación e incluso agotamiento del personal. (Grandin 2003)

3.4.3.2 Intervalo entre insensibilización y desangrado

Para insensibilización por choque eléctrico/paro cardíaco, el tiempo de acción debe ser de 60 segundos máximos, de manera que el animal no recobre conciencia. Por su parte, para el perno retráctil no se necesita medir el lapso de tiempo entre la aplicación y el desangrado, pues es un método irreversible (Grandin 1999b).

3.4.3.3 Desangrado e inconsciencia

Se deberá aplicar inmediatamente un disparo de perno retráctil a aquel animal que exhiba uno o más de los siguientes signos: respiración rítmica, vocalización mientras cuelgan del riel de desangrado, reflejos oculares en respuesta al tacto, pestañeo y reflejo de enderezamiento del lomo arqueado (Grandin 1994, Gregory 1988).

3.4.3.4 Chuzo eléctrico

En un estudio realizado por Grandin (1988), los maltratos que se observan más frecuentemente son: arrastrar a los animales caídos, golpes y uso excesivo de chuzo en los animales. Muchas plantas de cosecha bien manejadas han eliminado el uso de chuzos eléctricos en los corrales de espera. Las regulaciones del USDA (Departamento de Agricultura de Estados Unidos) requieren que el voltaje de los chuzos eléctricos sea de 50 voltios o menos. No se deberían usar chuzos cuya potencia alcance para voltear o paralizar al animal. Y nunca se las debería aplicar en partes sensibles del animal, tales como ojos, oídos, nariz o ano (Grandin 1999b).

3.5 Transporte

Los manejos más comunes a los que se someten los animales destinados a cosecha están la recolección y la conducción o arreo desde los potreros hacia los corrales, para luego cargarlos en el medio de transporte. Estos manejos se repiten luego en la planta de cosecha al descargarlos y hacerlos avanzar por los pasillos,

corrales de reposo y manga de acceso a la sala de sacrificio. Manejos similares, ligados al transporte, se realizan en las ferias ganaderas y otros sistemas de comercialización intermedios. Para la conducción de los animales se utilizan diversos elementos y métodos de arreo que, además de provocar diferentes grados de estrés en ellos, pueden originar defectos en la calidad de sus canales y en la carne (Gallo 2009).

3.5.1 Importancia de un transporte adecuado

El manejo, carga, transporte y descarga de animales puede tener sustanciales efectos en su bienestar (Broom 2005). El manejo apropiado del ganado vacuno de carne que se embarca desde los centros de producción ganadera hacia los centros de beneficio, es extremadamente importante no sólo para el bienestar de los animales, sino también para la producción de ganancia económica que resulta de la calidad de la carne (Battifora 2000).

Knowles (1999), citado por Oliveira (2002), menciona que el transporte por carretera bajo condiciones desfavorables puede causar hematomas, pérdida de peso, estrés e inclusive la muerte.

3.5.2 Causas de lesiones por transporte

Minka y Ayo (2007) en una investigación que estudió los efectos de comportamiento y estrés provocado por el transporte por carretera sobre las lesiones traumáticas en animales en la época seca, señalan que los altos porcentajes de lesiones fueron infligidas por los cuernos, los camioneros y daños en la infraestructura del vehículo.

Considerando aspectos de comportamiento durante el transporte, los bovinos adultos tienden a mantenerse de pie mientras el camión está en movimiento, usando preferentemente las orientaciones paralelas o perpendiculares al eje mayor del camión, para mejorar la seguridad de su balance. Sin embargo, después de 12 horas de viaje los animales se comienzan a caer o echar debido al cansancio generado al

tratar de mantener el equilibrio, lo que los predispone a sufrir pisotones y hematomas (Gallo *et al.* 2000; 2001).

3.5.3 Tiempos de transporte

La Comisión Europea (2002), define como transporte corto a aquél cuya duración es inferior a 8 horas y prolongado el que sobrepasa este tiempo, estableciendo para los tiempos prolongados indicaciones especiales de descansos, provisión de espacio, agua y alimento. No obstante, Tarrant y Grandin (2000) postularon que las condiciones bajo las cuales el transporte es llevado a cabo son más importantes que el total de viaje o distancia recorridos. Según los autores anteriores, una vez que el animal se adapta a la situación, el tiempo es el menor problema comparado a densidades de carga, diseño del vehículo, condiciones de carreteras o del comportamiento del transportista.

3.5.4 Antecedentes en Costa Rica

Villalobos (2007) concluye en un estudio sobre el diagnóstico de carencias en el sistema de transporte de bovinos en Costa Rica en cuanto a medidas de bienestar animal, que de un total de 117 embarques muestreados, el 71,8% se encontraba en buen estado, con respecto a materiales que puedan causar daño al animal como clavos ó tablas del piso quebradas. También determinó que los transportistas no tenían ningún tipo de capacitación en el tema de bienestar animal o etología, lo que se reflejó en que solamente 31,6% de los transportistas se detuvo para revisar a los animales y esto solamente porque tenían que detenerse a cargar gasolina o a comer y no porque formara parte de su rutina.

En dicha investigación se pueden destacar errores o fallas durante el transporte, entre los cuales se puede mencionar los siguientes: 60% de los transportistas viajaron a velocidades de 80 km/h o más, la mezcla de animales de diferentes procedencias ocasionando peleas, 63,2% de los camiones muestreados fueron descargados apresuradamente, 84,6% de los animales fueron tratados con algún dispositivo para ser arreados y se observaron signos de estrés en el ganado como respiración agitada (32,3%) y salivación (19,4%).

3.5.5 Manejo y comportamiento humano hacia el animal

Factores como el comportamiento hacia los animales, la necesidad de entrenar al personal, el planeamiento de los viajes y los métodos de pago del personal, las leyes, la genética, las condiciones de crianza y experiencia; la mezcla de animales de diferentes grupos sociales; los procedimientos de carga y manejo y el método de conducir, entre otros, afectan el bienestar animal antes, durante y después del transporte (Broom 2005).

La actitud o comportamiento positivo hacia los animales por parte de las personas, da como resultado menor respuesta de miedo hacia las personas, menor esfuerzo para cargar los animales en el camión, menor pulso cardíaco durante carga y descarga y menores incidentes en la planta de cosecha (Lensink *et al.* 2001).

3.5.6 Densidad de carga de los animales

Con respecto a la densidad de los animales en el camión, Tarrant *et al.* (1992), en una investigación sobre las grandes distancias de transporte de ganado, señalan que las densidades que sobrepasen los 500 kg/m² son inaceptables para animales en viajes de larga distancia. En un reporte del Comité Científico en Salud y Bienestar Animal (Comisión Europea 2002), se recomienda utilizar la fórmula $A = 0,021W^{0,67}$ de densidad de carga para bovinos, donde A es el área por animal en m² y W es el peso del animal en kilogramos. En el cuadro 4 se observan las densidades recomendadas por Grandin (2008) para el traslado de ganado.

Cuadro 4. Densidades de carga para el transporte de bovinos en camiones.

| Peso promedio novillos y vacas alimentadas en feedlot (kg) | Ganado con cuernos (m ²) | Ganado descornado (m ²) |
|--|--------------------------------------|-------------------------------------|
| 360 | 1,01 | 0,97 |
| 454 | 1,20 | 1,11 |
| 545 | 1,42 | 1,35 |
| 635 | 1,76 | 1,67 |

Fuente: Grandin 2008.

3.6 Instalaciones

3.6.1 Pisos y rampas

En rampas y mangas de contención, las barandas deben espaciarse para que quepa la zancada del ancho del animal. Esto previene que las patas se resbalen entre las barandas. También las gradas funcionan muy bien en rampas de concreto. Para el ganado los escalones deben ser de 10 cm y de 30 a 45 cm de largo. Cada escalón debe tener grietas de 2,5 cm de profundidad. El ángulo de una rampa de carga debe tener 20 grados de inclinación o menos. Los animales tienden al pánico si se resbalan un poco, esto puede ser causa de encontrar ganado constantemente agitado, en la caja de aturdimiento o manga de contención. (Grandin, sf).

3.6.2 Mangas

Una manga curva tiene ventajas en el comportamiento natural de los animales de escapar de un peligro potencial o sitios y/o sonidos desagradables. Las instalaciones de trabajo curvas donde la altura de la manga supera a la del animal previenen al mismo de ver rampas o el camión hasta que ya están casi en ellos. Al ganado le gusta sentirse rodeado de sus semejantes; cada animal debe poder ver al que se encuentra frente a él (Boyles *et al.* 2002).

3.6.3 Iluminación

Una iluminación uniforme puede ayudar a evitar sombras. El ganado en la oscuridad se moverá hacia la luz, pero no en sentido contrario (Boyles *et al.* 2002).

3.7 Factores del animal que inciden en las lesiones

3.7.1 Comportamiento animal

Lanier *et al.* (2000) explica que hay animales más sensibles a movimientos repentinos o sonidos intermitentes que otros y también existen diferencias de temperamento entre sexos. En dicho estudio encontraron que los toros eran los más calmados en la subasta, seguidos por las vacas; los novillos y novillas fueron los más agitados.

Jarvis *et al.* (1995), indican que grupos de animales que vienen desde las subastas con solo vacas o solo toros, son menos lesionados que grupos de novillos y *grupos* de novillas y novillos mixtos.

3.7.2 Sexo y edad

Grandin (1998a) ha sugerido que las vacas tienen más hematomas debido a su falta de cobertura de grasa.

El efecto de la edad en los hematomas fue investigado por Wythes y Short-house (1991), quienes encontraron que los hematomas fueron mayores en animales más pesados; vacas y novillos viejos del grupo. Por su parte, Anderson (1973) reporta que animales más viejos tienen más hematomas.

3.7.3 Musculatura y grasa

En Costa Rica se hace la clasificación de la canal bovina, la cual consiste en que una persona debidamente capacitada, por medio de una valoración visual, da una calificación a la canal bovina según la cobertura de grasa y la conformación de la musculatura. Para grasa, el operario asigna una calificación de 1 a 3, siendo 1 la clasificación de canal no graso y 3 muy graso; para musculatura, 1 califica a una musculatura pobre y 4 a una muy buena.

3.7.4 Encastamiento

Los factores genéticos afectan la reacción del animal al manejo. El ganado Brahman y los cruces de Brahman son más temperamentales y difíciles de manejar que razas europeas, pero cuando son manejadas gentilmente se pueden volver extremadamente dóciles. El Brahman es ganado inquisitivamente sensible; responde bien a un manejo tranquilo y se vuelven agitados si se tratan bruscamente. Como los Brahman tienen un sistema nervioso más excitable, se asustan fácilmente cuando se someten a situaciones de repentina novedad (Grandin 1999a).

3.7.5 Cornamenta

Wythes (1985) estudiaron el efecto de cachos despuntados en las lesiones del ganado en Australia. Los animales fueron clasificados en tres grupos: con cuernos enteros, con cuernos despuntados y animales descornados. Las diferencias que encontraron los investigadores en la cantidad de lesiones, ya sea en grupos mezclados o separados que fueron enviados a cosecha, no fueron significativas estadísticamente, pero los animales descornados tuvieron significativamente ($p < 0,05$) menos lesiones que animales despuntados o con cornamenta. Los autores concluyeron que despuntar no es una medida efectiva para prevenir lesiones en ganado.

3.8 Tipos de lesiones

Existen varios tipos de lesiones las cuales son motivo de investigación y han sido ampliamente analizadas tanto fuera como dentro de Costa Rica, los diferentes tipos que serán de interés en el presente estudio corresponden a los siguientes:

- Lesiones producidas por traumas.
- Lesiones producidas por inyección.
- Lesiones producidas por parásitos.
- Lesiones producidas por fierro (marcaje).

3.8.1 Lesiones producidas por traumas

Un hematoma es un tumor por acumulación de sangre, frecuentemente coagulada, por debajo de la piel, o en una masa muscular profunda, causado por un traumatismo (Manual Merck 2000). Se produce por lo general, por el impacto del cuerpo del animal con un objeto o cuerpo contundente. En los bovinos, este tipo de lesión no es visible en el animal vivo debido al espesor y características de la piel, por lo que sólo son detectadas durante la evaluación *post mortem* de la canal (Strappini *et al.* 2009).

Un hematoma inicia con una coloración de color rojo cambiando a rosado en cuestión de horas, posteriormente se torna azul oscuro o purpura, se convierte a vio-

leta, verde, amarillo oscuro y finalmente amarillo claro hasta que desaparece por completo, llegando a sanar en cuestión de un mes y en ciertos casos aun más (Jarvis y Cockram 1994).

Según Grandin (2000c), distintivamente se puede identificar una contusión reciente por poseer un color que va desde un rojo intenso a un rojo opaco pudiendo existir presencia de fluidos. Para la identificación de una lesión ocurrida 24 horas o más antes de la cosecha se puede observar una coloración de la mucosidad de la zona afectada amarillenta, y esta puede permanecer en la musculatura por días dependiendo de la gravedad y de la zona afectada.

El color amarillento o mucosa de una lesión se debe a un compuesto de pigmentos biliares (bilirrubina), formado durante el proceso de sanación de un tejido afectado como resultado de la degradación de las moléculas de hemoglobina presentes (Hamdy *et al.* 1957).

3.8.2 Lesiones producidas por inyección

Las lesiones en los sitios de inyección constituyen un problema importante en todos los países productores de vacunos para carne, con un costo anual millonario. Estas pérdidas se deben principalmente a los decomisos de los cortes, a veces las de mayor valor comercial en las canales, así como a la disminución en el precio de los cortes y a la posible disconformidad por parte de los consumidores (Huertas *et al.* 2003).

Entre las principales causas de lesiones se mencionan las inyecciones aplicadas tempranamente en terneros, especialmente en la zona del cuarto posterior, inyecciones en zonas como las patas traseras, la cadera y el lomo, abscesos ocasionados por heridas de punción e infecciones, uso inapropiado de vacunas e indiferencia del manejo hacia las vacas de descarte (Bagley 1997).

Algunos productores tienden a pensar que las inyecciones aplicadas en la etapa temprana de los terneros, pueden desaparecer con el tiempo, sin embargo éstas pueden empeorar. El cuarto trasero ha sido el sitio favorito para la inyección de

medicamentos, donde existe una acción muscular considerable a medida que las fibras se estiran y encogen. El movimiento del músculo causa que la medicación e irritación se distribuya más allá del sitio de la inyección original (Bagley 2001).

George *et al.* (1995) encontraron que las inyecciones en el músculo pueden causar una esfera dura del tamaño de una bola de beisbol. Mencionan que además un manejo tranquilo cuando el ganado está en caja de sujeción es importante porque es más fácil colocar inyecciones subcutáneas apropiadas. Un área triangular en el lado del cuello, es la indicada para inyecciones intramusculares (Bagley 2001).

Las lesiones causadas por inyecciones en zonas inapropiadas afectan la ternera de la carne, además los abscesos en los puntos de inyección no son muy atractivos y pueden contener patógenos o residuos de antibióticos (DiContanzo y Eustice 1998).

3.8.3 Lesiones producidas por parásitos

Entre las causas más comunes de infestación parasitaria y por ende, de mayor impacto económico a nivel pecuario en Costa Rica se encuentran el Tórsalo (*Hypoderma bovis*) y la Garrapata (*Rhipicephalus microplus*) (Pérez y Arrúa 2002). Ambos parásitos, al perforar el cuero, e insertarse en el músculo de los animales, ocasionan lesiones considerables que afectan la calidad de la carne y ocasionan pérdidas económicas a la industria.

3.8.4 Lesiones producidas por fierro (Marcaje)

Según Pérez y Arrúa (2002), la mala aplicación del fierro a la hora del marcaje de los animales es causa de lesiones de origen mecánico (aunque también existen metodologías con productos químicos), junto a aquellas producidas por trauma.

3.9 Efectos del estrés y lesiones en la calidad de la carne

Los carbohidratos son almacenados en el músculo en forma de glucógeno y éste provee a la célula muscular de energía para su funcionamiento. Este carbohidrato, mediante la conversión a ácido láctico, facilita la caída de pH que ocurre después del sacrificio. El glucógeno almacenado, continúa siendo metabolizado postmortem.

(Hanson *et al.* 2001). Si el animal es estresado antes y/o durante el sacrificio, el glucógeno se agota y disminuye el nivel de ácido láctico que se produce después del sacrificio, esto va a tener serios efectos adversos en la calidad de la carne (FAO 2001). Las causas de estrés en los animales pueden ser de origen psicológico o fisiológico (Grandin 1997). Entre las causas de estrés psicológico se encuentran: la restricción de movimientos, el manejo y las novedades. Entre las causas de estrés fisiológico están el hambre, la sed, fatiga, lesiones y extremos térmicos

Reducir el estrés durante el manejo va a provocar ventajas en el incremento de la productividad y a mantener la calidad de la carne (Grandin 1998b).

3.9.1 Calidad de la carne

La cantidad y la calidad determinan el precio que los consumidores están dispuestos a pagar por carne y productos cárnicos (O'Neill *et al.* 2003).

La calidad de carne de res implica una producción que siempre cumple o excede a las expectativas del consumidor; las cuales pueden incluir: sabor, ternura, nutrición, valor, empaque, color, inocuidad, facilidad de preparación y otros atributos que son importantes para el consumidor (DiContanzo y Eustice 1998).

Uno de los problemas que genera el estrés en la calidad de la carne son los cortes oscuros o carne DFD. Los cortes oscuros en la canal son uno de los defectos de mayor importancia económica de las canales. Los consumidores prefieren un color en la carne que vaya desde un rosa claro a un rojo brillante o cereza, y van a rechazar la carne con tonalidades oscuras, debido a que se piensa que provienen de animales viejos o enfermos o que la carne está mala o contaminada (Garza y Kawas 2008).

3.9.2 Condición DFD (Oscura, Firme y Seca) y PSE (Pálida, Suave y Exudativa)

El factor común para la condición DFD y PSE es el estrés. La condición DFD, carne oscura o *darkcutters* de la carne es resultante de un estrés precosecha y/o prolongada actividad muscular, el cual despoja al músculo de reservas de glucógeno y de este modo reduce el glucógeno necesario para producir ácido láctico, el cual re-

duce el pH en el músculo postmortem (Adzitey y Nurul 2011, Scanga *et al.* 1998, Newton y Gill 1978). Después de la muerte, el glucógeno del músculo es convertido en ácido láctico hasta alcanzar un pH alrededor a 5,5 en animales sin estrés, sin embargo en la carne DFD el glucógeno se agota mientras el pH está alrededor de 6,0 (Newton y Gill 1978).

La carne oscura es un defecto grave de calidad pues reduce el período de vida útil de los cortes en anaquel del supermercado y también le da un color indeseable al producto (Grandin 2000a). Esta carne se pudre más rápidamente que la carne con un pH normal, lo cual se ha atribuido al mayor rango de crecimiento de bacterias de deterioro a un pH alto (Newton y Gill 1978). Adzitey y Nurul (2011) mencionan que la condición DFD ocurre cuando el pH postmortem medido después de 12 a 48 horas es mayor o igual a 6.

Carne DFD en bovinos se ha encontrado correlacionada con un número de factores. La incidencia es más alta en las siguientes situaciones: en toros, más que en novillos o novillas, cuando grupos de animales desconocidos han sido mezclados, en el estro de las hembras, cuando los animales han sido sometidos a ayuno o han tenido una pobre calidad de alimentación por períodos extensos de tiempo, después de un largo recorrido de transporte y después de exposición al frío (Mills *et al.* 2010).

Exponer animales a un estrés agudo previo al sacrificio puede llevar a la condición PSE (más común en cerdos). Según (Adzitey y Nurul 2011) la acidificación postmortem de los músculos ocurre gracias a la sustitución del glucógeno por el ácido láctico en condiciones normales, sin embargo en la condición PSE el nivel de acidificación después del sacrificio es estimulado más rápidamente, y valores de pH bajos son alcanzados cuando la canal esta aún caliente. Los autores señalan que la carne PSE ocurre cuando el pH es menor a 6 después de 45 minutos del sacrificio del animal y que la combinación de pH bajo y temperatura caliente causa la desnaturalización de algunas proteínas del músculo, llevando a la reducción de la capacidad de retención de líquidos.

4. METODOLOGÍA

4.1 Ubicación del estudio

El presente estudio tuvo lugar en la planta procesadora de carne de COO-PEMONTECILLOS R.L., la cual se ubica en Montecillos, en el Cantón Central de la provincia de Alajuela.

Actualmente procesa aproximadamente el 25% de la totalidad de animales cosechados por año en el país, por lo que representa la segunda empresa más importante en el procesamiento de carne, además de ser la empresa que más invierte en investigación. Para el 2011, se cosecharon en Costa Rica un total de 343.294 cabezas de ganado bovino (CORFOGA 2012a).

4.1.2 Materiales

Se utilizaron 2.245 canales de bovinos. Además se utilizaron dos balanzas calibradas a 25 kg, marca T-Scale y modelo T-29, para pesar las lesiones recolectadas, plantillas de anotación y registro de datos (Anexos 1, 2, 3, 4).

4.2 Recolección de la Información

Anterior a la recolección de las muestras se realizó una etapa de preparación, verificación y prueba de la metodología. Además, se ubicaron los puntos críticos para la obtención de las muestras y se hicieron las debidas correcciones. Esta etapa sirvió además para que los postulantes fueran capacitados y para familiarizarlos con los procedimientos de seguridad e inocuidad vigentes en la planta y así minimizar el riesgo de accidente en un ambiente de trabajo tan dinámico.

La etapa de recolección de datos oficial se realizó durante el mes de setiembre del 2011. La misma consistió en inspeccionar camiones que transportaban el ganado desde la noche anterior durante el recibo de animales; momento en el cual comienzan a llegar los camiones con reses a la planta. Posteriormente, durante todo el proceso de cosecha se tomaron datos de frecuencia de lesiones y de peso de lesiones

La muestra fue tomada con un muestreo aleatorio simple, de acuerdo a la cantidad de animales que procesa la planta actualmente. Para el posterior análisis, se solicitó a COOPEMONTENCILLOS R.L. la información para cada animal muestreado sobre sexo, rendimiento, calificación de musculatura y grasa, dentadura (edad).

4.2.1 Recibo de ganado

Durante el recibo de ganado en la noche, se procedió a inspeccionar cada camión. Los datos que se tomaron fueron los siguientes:

4.2.2 Guía de transporte

Se tomaron datos directamente de la guía de transporte del SENASA:

- Establecimiento de origen: Finca o subasta.
- Número de animales.
- Fecha y Hora de embarque.
- Código de Transportista.

4.2.3 Características del camión

Se preguntó a los transportistas sobre qué modelo de camión manejaban, de qué zona del país provenían.

Se observó si se utilizaba rejillas y en qué condiciones se encontraban, el tipo de cama (Burucha/aserrín/cascarilla de arroz, hule, hule+burucha/aserrín, hule+ cascarilla de arroz y sin cama). También se observaron puntos cortantes, objetos extraños y si el camión empleaba techo.

4.2.3.1 Densidad del camión

La densidad se estimó en metros cuadrados por animal. Se midió las dimensiones de los camiones, largo y ancho, por medio de una cinta métrica. Se contabilizó animal por animal para determinar el número total de bovinos por camión.

4.2.3.2 Tiempo de viaje

Se calculó por la diferencia de hora de salida en guía y la hora de llegada a la planta.

4.2.3.3 Velocidad de viaje

Se calculó dividiendo el tiempo de viaje entre la distancia recorrida.

4.2.3.4 Distancia

La distancia aproximada recorrida por los camiones se calculó por medio del programa de Sistema de Posicionamiento Global (Gaia GPS®). Esta distancia se midió desde la cabecera del cantón de procedencia de las reses hasta Coopemontecillos R. L.

4.2.3.5 Choferes y personal de recibo

Se observó la utilización de dispositivos como chuzo, palos o golpes y gritos.

4.2.4 Animales

Cuando los animales llegaban a la manga de recibo, eran marcados individualmente mediante un fierro con pintura amarilla, con lo cual se podía trazar características de cornamenta y raza a cada uno, así como anotar alteraciones como exco-riaciones, laceraciones, fracturas, cuernos rotos, salivación, tem- por, entre otras, que se pudieran observar.

4.2.4.1 Encastamiento

Se aplicó una evaluación visual de los animales valorando características raciales como altura de giba, conformación corporal, presencia de pliegues en cuero y pigmentación y se hizo una clasificación de: *Bos indicus*, *Bos taurus* o cruzados.

4.2.4.2 Cornamenta

Se tomó nota, animal por animal, si tenían cuernos cortados, cuernos despuntados o cuernos enteros.

4.2.4.3 Alteraciones

Se observó y anotó si los animales tenían excoriaciones, laceraciones, fracturas, cuernos rotos, salivación o tremor (movimientos involuntarios o espasmos en el músculo).

4.3 Planta de cosecha

Durante la madrugada y parte de la mañana, se identificó los lotes de animales marcados (durante el recibo la noche anterior) en la sala de matanza, procediéndose a tomar los datos de frecuencia y peso de las lesiones.

4.3.1 Sitios de recolección de datos

Con el fin de facilitar y mantener el orden durante la recolección e identificación de muestras se utilizaron hojas guía para anotaciones, en donde se registró toda la información necesaria (Anexo 1, 2, 3, 4).

Para la recolección de las muestras e información se definieron tres puntos de trabajo (A, B y C) dentro de la sala de cosecha, de tal manera que se abarcaran las áreas en las cuales se limpian las canales y se retiran lesiones. Para ello se ubicó una persona en cada uno de dichos puntos.

El punto “A” (Figura 1) se ubicó entre el punto de proceso en que se remueve el “quinto cuarto” o vísceras y la sierra de canal. En este punto se identificó, recolectó y pesó las lesiones anotando la información en la guía (Anexo 1). Dichas muestras fueron obtenidas de los cortes ubicados en el medio anterior de la canal (pescuezo, paleta, giba, quititeña, lomo, pecho, ratón mano y costillar).

El punto “B” (Figura 1) se ubicó entre la sierra de canal y la romana de canal. En esta área se identificó, recolectó y pesó las lesiones, anotando la información para los cortes ubicados en el medio posterior de la canal (mano de piedra, solomo, punta solomo, ratón campana, falda, posta cuarto y bolita), utilizando para esto el registro que se puede observar en el Anexo 2.

El punto “C” se ubicó al igual que el punto A (Figura 1), entre remoción de vísceras y la sierra de canal. Esta persona tomó los datos de frecuencias de lesiones; tipo de lesiones (trauma, parásito, inyección o fierro); y grados de agresión de las lesiones (leve, media, severa) en toda la canal. Abarcó las zonas anatómicas de roce más destacadas: isquión, cadera, solomo, sacro, rabo, lomo, costilla, paleta, ratón de mano, quititeña, falda, pescuezo, giba, ratón pierna y bolita. (Anexo 3).

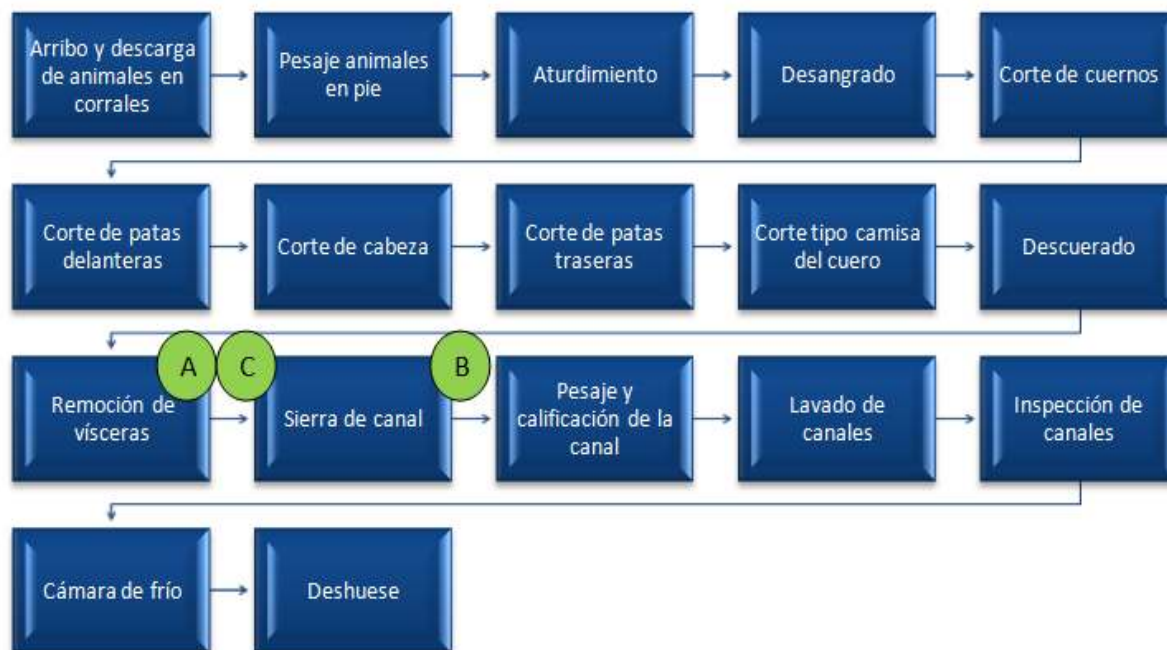


Figura 1. Flujo de proceso de matanza y ubicación de los puntos de recolección de datos A, C y B en el mismo.

4.3.2 Zonificación de la canal

Para mantener un orden y facilitar la ubicación e identificación de la procedencia de cada lesión, se utilizó una zonificación de la canal, la cual se dividió de forma tal que cada zona identificara un corte individual o un grupo de músculos con valores comerciales similares para facilitar su análisis económico (Figura 2). Además de esto, la zonificación de la canal ayudó a identificar las áreas más propensas a sufrir lesiones y con esto facilitó el obtener relaciones de posibles causas de lesión y etapa en el proceso en que éstas ocurrieron.

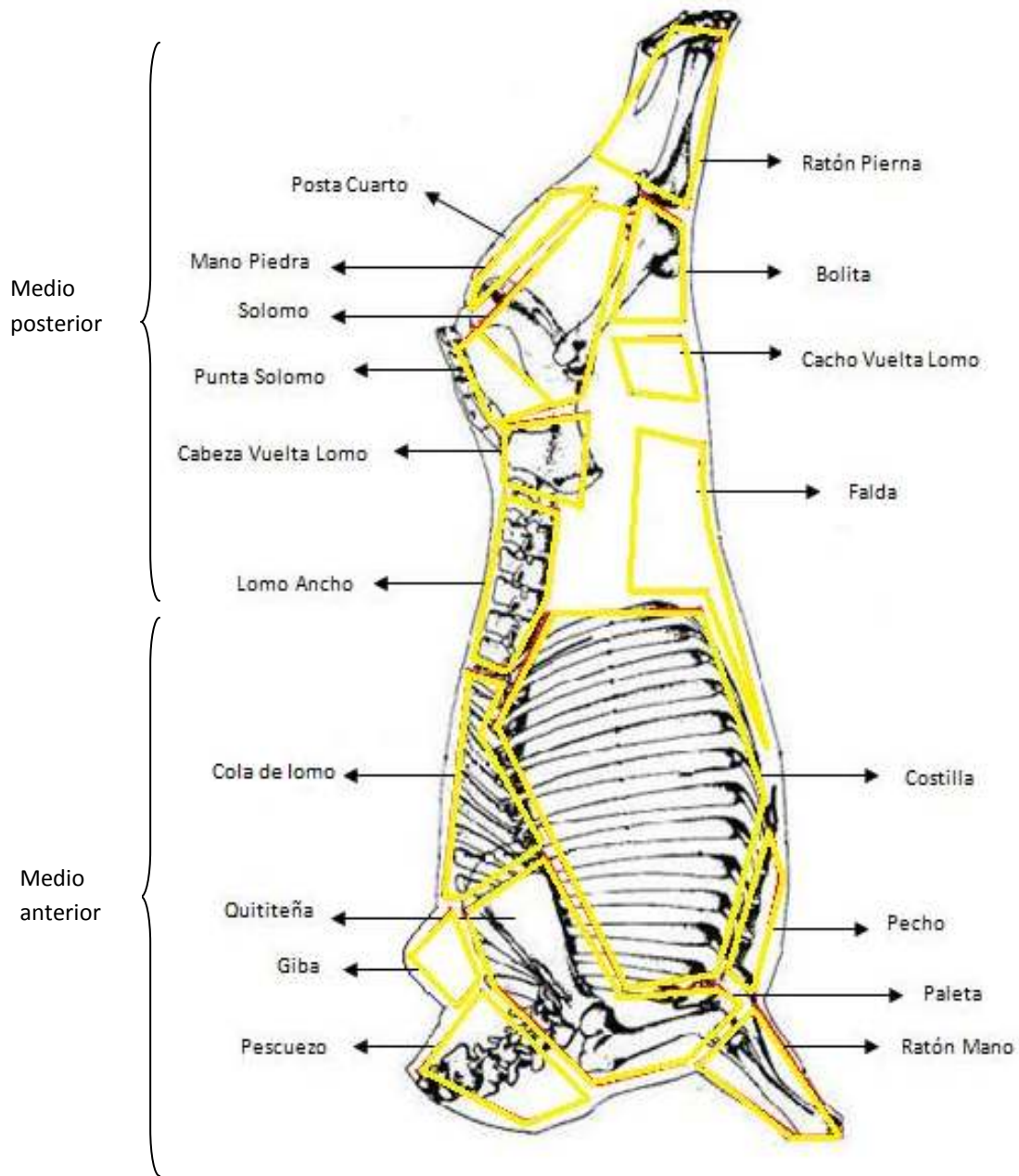


Figura 2. Zonificación de la canal para determinar frecuencia de lesiones.

4.4 Clasificación de las lesiones

Varias escalas de medición en canales bovinas han sido utilizadas a nivel mundial en plantas de cosecha para propósitos comerciales. Todos los sistemas de evaluación son basados en apreciaciones visuales de las características de los hematomas, como el grado, sitio del hematoma, color, apariencia y severidad o una combinación de los anteriores (Strappini *et al.* 2009). Entre los métodos de evaluación se encuentran el Uruguayo, el Chileno, Australiano y Mexicano. Estos toman en cuenta características como profundidad, extensión y la forma de la lesión (Irregular, ovalada, puntillada, etc) (Valenzuela 2010).

Para fines de la presente investigación, se utilizó el Sistema Uruguayo que toma en cuenta el grado de agresión de la lesión y también el sistema de colores que identifica la antigüedad de la misma, propuesto por Grandin (1996). Se decidió utilizar este sistema ya que propone un mapeo rápido de lesiones en forma visual y evaluación de su profundidad, además no necesita una medición directa de la lesión, como otros métodos. Se consideró entonces la clasificación de las lesiones de la siguiente manera:

4.4.1 Lesiones por traumatismo

Las lesiones por traumatismo se evaluaron de acuerdo al estado fisiológico de la lesión, siendo la mejor forma de identificarlo el color y características generales del hematoma.

4.4.1.1 Lesión reciente

Este tipo de lesión implica que el golpe o contusión se produjo durante las 24 horas previas al sacrificio, es decir, se podría casi que asegurar en la mayoría de los casos, que se dio durante la carga, transporte o descarga, tenencia en corrales y manipulación de animales en la planta. Se identifica por una tonalidad rojiza, sin embargo se puede realizar una subdivisión en la categorización por las siguientes características:

Lesión ocurrida 24 horas antes de la cosecha

En este tipo de hematoma se puede observar una coloración rojo brillante con presencia de fluidos (Figura 3).

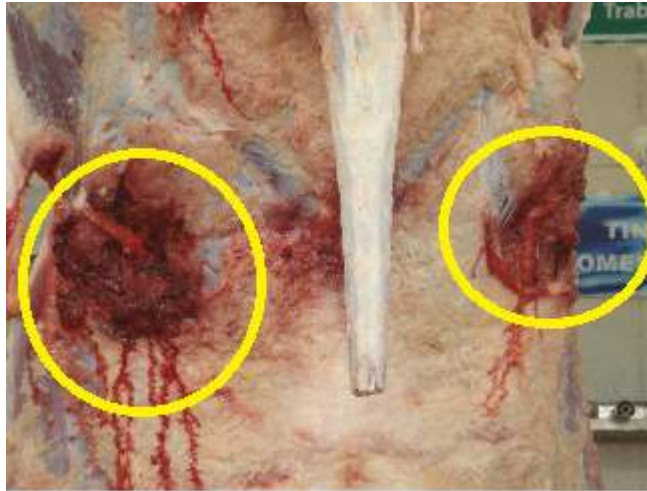


Figura 3. Lesión ocurrida 24 horas antes de la cosecha.

Lesión ocurrida entre 24 y 48 horas antes de la cosecha

En este tipo de hematoma se puede observar una coloración rojo oscuro sin presencia de fluidos (Figura 4).



Figura 4. Lesión ocurrida entre las 24 y 48 horas antes de la cosecha.
Fuente: Jiménez 2005.

4.4.1.2 Lesión antigua

Este tipo de lesión indica que el golpe o contusión se produjo 2 días o más previo al sacrificio. Se puede distinguir por la presencia de moco amarillento, inflamación del musculo y/o colores rojos oscuros con presencia de mal olor (Figura 5).



Figura 5. Lesión antigua.

4.4.2 Lesión por inyección

Una de las causas más comunes de retiro es una inadecuada aplicación de la inyección, incorrecta zona de inyección y un insuficiente tiempo de retiro o absorción del producto.



Figura 6. Lesión por inyección.

4.4.3 Lesión por parásito

Se identificaron las lesiones ocasionadas por parásitos, como tórsalos y garrapatas (Figura 7).



Figura 7. Lesiones ocasionadas por tórsalo (*Hypoderma bovis*).

4.4.4 Lesión por marcaje

Las lesiones por marcaje se ubican principalmente en los cuartos posteriores, pues es común aplicar el hierro en esa zona, como se puede observar en la Figura 8.



Figura 8. Lesión por marcaje.

4.4.5 Grados de agresión de lesiones

Se utilizó un procedimiento uruguayo llamado método de evaluación visual subjetiva o MEVS (Suanes *et al.* 2003). El objetivo de este método es cuantificar lesiones traumáticas por medio de apreciación visual, el cual indica tres grados de profundidad para los traumatismos:

- **Leve o superficial:** involucra tejido subcutáneo solamente. Generalmente desaparece con la limpieza de la canal.
- **Medio:** involucra capas musculares sin llegar a hueso.
- **Profundo o severo:** involucra muestra de tejido óseo.

4.4.6 Frecuencia de lesiones

Para la localización de frecuencias de lesiones en la canal, se utilizó la siguiente zonificación de la canal:

- En el medio anterior se identificaron zonas de roce a nivel de: tuberosidad lateral del húmero (hombro), carpo (mano), lomo, costilla, paleta, ratón campana, quititeña, pescuezo y giba.
- En el medio posterior se identificaron zonas de roce a nivel de: tuberosidad isquiática (isquion), tuberosidad coxal (caderas), vertebras coccígeas (rabo), hueso sacro, solomo, ratón de pierna, falda y bolita.

4.4.7 Musculatura y grasa

La información de musculatura y grosor de grasa corporal se tomó de la base de datos de Coopemontecillos. Los datos se obtuvieron por medio de apreciación visual de las canales por parte de un clasificador. En el caso de la musculatura, se utiliza una escala de 1-4, siendo el valor 1 para los animales más musculosos y el valor 4 para los menos musculosos. En el caso de la cobertura grasa, se utiliza una escala de 1-3, siendo el valor 1 para los animales con menor cobertura y el valor 3 para aquellos con una mayor cobertura grasa.

4.4.8 Edad dentaria

La edad del animal fue suministrada por la base de datos de Coopemontecillos y se basó en la cronometría dental de cero, dos, cuatro, seis y ocho dientes.

4.5 Modelo Estadístico.

Se utilizó el programa Microsoft Office Excel 2007 y 2010 para realizar estadística descriptiva de los datos hallados.

Para el análisis inferencial de la información se utilizó el módulo de varianza del programa SPSS® (versión 20.0), utilizando como variable dependiente los kilogramos de carne retirados por trauma, y como variables de respuesta los conceptos: chofer, rejilla, cama, uso de división en camión, modelo del camión, cornamenta, uso del chuzo, sexo, edad, raza, procedencia de finca o subasta, calificación de la musculatura y calificación de la cobertura de grasa del animal. Se usaron como covariables: tiempo de viaje, distancia de viaje, velocidad del camión, peso promedio del lote y densidad del camión.

4.6 Financiamiento

El proyecto fue financiado económicamente por Humane Society International (HSI), por medio de un aporte para alimentación diaria de los investigadores y compra de materiales como balanzas, bandejas y fotocopias.

COPEMONTENCILLOS R.L. aportó las instalaciones de planta de cosecha y zona de recibo, el material biológico, recurso humano (personal de la planta capacitado para limpiar las canales) y pintura inocua para marcar los animales.

5. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1 Transporte del ganado

Se muestreó un total de 148 viajes realizados por 94 choferes diferentes, con un modelo de camión promedio año 1994. Estos procedieron de las provincias de Alajuela, Guanacaste, Puntarenas, Limón, San José y Heredia (Figura 9).

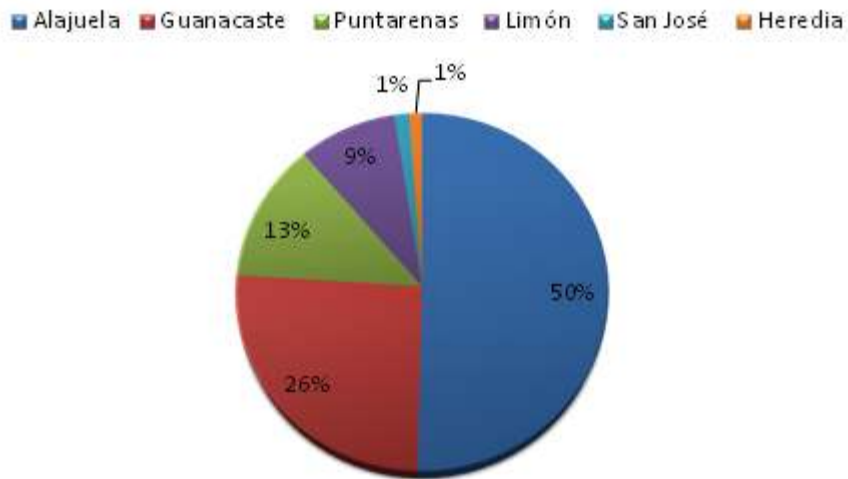


Figura 9. Procedencia de los camiones por provincia.

5.1.1 Características de los camiones

El Reglamento Sanitario y de Inspección Veterinaria de Mataderos, Producción y Procesamiento de Carnes 29588-MAG-S del SENASA (Servicio Nacional de Salud Animal) (SENASA, 2011), establece en el artículo 73 los siguientes requisitos para el transporte en pie de animales:

- a) Contar con barandas, vallas o divisiones para separar físicamente las diferentes especies animales.
- b) La carrocería destinada al transporte de animales deberá ser lisa y sin objetos punzocortantes.

- c) Tener el piso en perfecto estado de conservación y sin objetos que causen lesiones en las extremidades, con un enrejado (petatillo) cubierto con una capa de material antideslizante.
- d) Contar con espacio mínimo de 1,3 a 1,5 metros cuadrados por equino o bovino adulto de acuerdo con el tamaño.
- e) Contar con dos o tres divisiones o compartimientos, en el caso de camiones grandes.
- f) Disponer sanitariamente de los desechos que se generen.
- g) Mantenerse limpios, para evitar la diseminación de enfermedades.

Considerando lo anterior, de los 148 viajes muestreados, 83 tenían rejillas o petatillo; (56,08%) y 65 no poseían rejillas (43,92%). Se encontró que hay diferencias significativas ($p < 0,05$) entre el uso de rejillas y el no uso, con menor retiro de lesiones por trauma en camiones que no traen rejillas. Dichos resultados fueron contrarios a lo esperado menor cantidad de lesiones con el uso de rejillas. Esto puede ser explicado debido a la gran variabilidad de diseños y materiales empleados para la elaboración de las rejillas, como cuadrículas hechas con varillas de construcción sin soldar a la estructura del camión, tubos galvanizados de 3 pulgadas y reglas de maderas de 3 pulgadas. Grandin (2004) señala que las barras deben ser soldadas a ras de piso, con el fin de que éstas funcionen como sostén para el animal y no como obstáculos, además el grosor de las barras debe ser de 1 pulgada y con tamaños de cuadrículas de 30 x 30 cm. Dichas medidas o especificaciones no están estipuladas en el Reglamento Sanitario y de Inspección Veterinaria de Mataderos, Producción y Procesamiento de Carnes 29588-MAG-S del SENASA (Servicio Nacional de Salud Animal), artículo 73, por lo cual el dueño del camión puede realizar el diseño a conveniencia y no basado en parámetros técnicos ideales para el bienestar de los animales. Es importante que se considere esta observación a la hora de realizar modificaciones al Reglamento en el futuro.

Con respecto al tipo de cama empleada, la más utilizada, por un amplio margen, fue la de hule solo (48,65% de los camiones). Después de ésta, la cama compuesta por burucha/aserrín/cascarilla representó un 27,03%, seguida por las posibles

combinaciones de hule + cascarilla y hule + burucha/aserrín. Así mismo, varios camiones no utilizaban ningún tipo de cama, para un 8,78% del total de viajes (Figura 10).

El hule no es un material que sea considerado apto para cama, sin embargo por su uso frecuente fue tomado en cuenta como tal. La cama es importante ya que ayuda a absorber la orina y las heces depositadas en los cajones, además de hacer el piso antideslizante y prevenir caídas por resbalones. Existieron diferencias significativas entre camas ($p \geq 0,5$) (anexo 8). Según lo observado, los resultados se pudieron ver afectados en alguna medida debido a la mala utilización de las camas, ya que se pudo constatar que no se cambian con frecuencia o se usa un poco cantidad de material, ocasionando más bien una superficie resbalosa por la orina y heces. También como se mencionó, los transportistas están empleando el hule, el cual no es un material que absorba o impida caídas, éste más bien propicia a que la superficie sea muy lisa y resbalosa para las pezuñas de los bovinos. En el cuadro 5 se puede observar que la burucha/aserrín/cascarilla y hule + cascarilla presentaron los promedios de retiro más bajos con respecto a las camas empleadas.

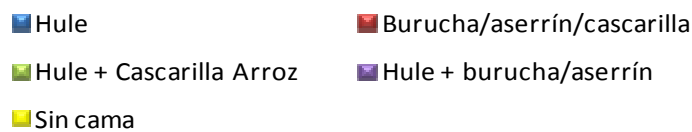


Figura 10. Tipos de cama presentes en los 148 viajes muestreados.

Se encontró que el 97,3% de los camiones no tenía techo, contra 2,7% que sí. Según la opinión de los transportistas que sí lo utilizaban, el tiempo que toma quitarlo y ponerlo es de unos cuantos minutos. Esto principalmente va a proteger al ganado de las inclemencias del tiempo, como exposición prolongada al sol, lo que puede ocasionar una pérdida considerable de agua en el animal por deshidratación. Es importante que se implemente la obligatoriedad del uso de un cobertor en el techo del camión como protección para los animales en el Reglamento del SENASA.

Cuadro 5. Promedio de carne retirada (g) por animal según la cama empleada.

| Tipo cama | Promedio (g) |
|----------------------------|--------------|
| Burucha/Aserrín/Cascarilla | 141,10 |
| Hule + cascarilla | 123,42 |
| Sin cama | 757,00 |
| Hule | 756,49 |
| Hule + Burucha/Aserrín | 876,38 |

El porcentaje de viajes que tuvo las condiciones de piso requeridas por el Reglamento (rejilla + cama) fue 50% del total, sin embargo se pudo constatar por las razones antes explicadas que a pesar de que se cumpla con el reglamento, no se están usando adecuadamente las rejillas en la flotilla analizada. Un 33% de camiones tenían hule en el piso y sin rejilla. Esto no solamente causa más resbalones, sino que ocasiona que la boñiga salga del camión más fácilmente y contamine las carreteras, lo que puede provocar diseminación de enfermedades y que los desechos no se puedan recoger de la manera debida. Esta situación se pudo observar cuando se recibían camiones con fuertes aguaceros, ya que eran grandes cantidades de agua con boñiga que se desbordaba por los cajones. Un 8% de los camiones llevaban algún tipo de cama pero sin rejillas, 6% llevaba rejilla sin ningún tipo de cama y un 3% no llevaba ningún tipo de cama o rejilla. El otro 50% de la flotilla de camiones muestreada no cumplió con los requisitos establecidos por el Reglamento del SENASA (Figura 11).

La interacción cama + rejilla, no obtuvo ningún efecto significativo con respecto al retiro de carne ($p>0,5$) (Anexo 5).



Figura 11. Características del piso de los 148 viajes muestreados.

5.1.2 Distancias y tiempos promedio de viaje

La variable distancia de viaje obtuvo un efecto significativo ($p<0.05$) con respecto al retiro por trauma (Anexo 13). Es interesante observar en el Cuadro 6, cómo las distancias y tiempos promedio de viaje en nuestro medio no son muy elevadas, y sin embargo los animales presentan una considerable cantidad de lesiones sufridas durante el transporte. Este resultado concuerda con el obtenido en el estudio realizado por Tarrant y Grandin (2000) en el cual se demostró que las condiciones de viaje (densidad, diseño vehículo, condiciones de carretera y comportamiento de transportista) son más influyentes que la distancia recorrida.

Cuadro 6. Distancias aproximadas y tiempos de viaje calculados desde las seis provincias hasta la planta de cosecha de Coopemontecillos R.L.

| Recorrido | Distancia mín (km) | Distancia máx (km) | Distancia prom (km) | Tiempo viaje mín (h) | Tiempo viaje máx (h) | Tiempo viaje prom (h) |
|-------------|--------------------|--------------------|---------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| San José* | 32,30 | 149,00 | 59,30 | 2,00 | 5,92 | 3,81 |
| Alajuela* | 8,00 | 195,50 | 72,39 | 0,25 | 11,58 | 4,22 |
| Heredia* | 20,20 | 78,90 | 64,20 | 0,92 | 5,97 | 3,77 |
| Guanacaste* | 121,10 | 241,20 | 172,47 | 3,00 | 11,83 | 5,81 |
| Puntarenas* | 69,00 | 366,10 | 222,62 | 2,25 | 10,83 | 6,61 |
| Limón* | 78,80 | 111,00 | 88,36 | 3,75 | 7,00 | 5,20 |

* Distancias calculadas desde cabeceras de cantones de las seis provincias de donde provinieron animales hasta la planta de cosecha Coopemontecillos R.L.

5.1.3 Velocidades de transporte

Se encontró que existe un efecto significativo entre la velocidad y la cantidad de traumas encontrado. A mayor velocidad mayor cantidad de carne perdida por traumas (Anexo 13). Se encontró que existe una diferencia significativa en la cantidad de carne retirada por trauma entre distintos choferes de camión ($p < 0,05$) (Anexo 5). Estos resultados fortalecen la hipótesis que postula que la forma de conducir el camión por parte del transportista, así como las condiciones del camión y la carretera juegan un papel muy importante en las lesiones por trauma sufridas por los animales. Las velocidades aproximadas de los camiones se encuentran en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Velocidades promedio de las seis provincias hasta Coopemontecillos R.L.

| Recorrido | Velocidad mínima (km/h) | Velocidad máxima (km/h) | Velocidad promedio (km/h) |
|-------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|
| San José* | 11,70 | 25,17 | 16,72 |
| Alajuela* | 3,70 | 56,50 | 17,70 |
| Heredia* | 13,90 | 24,30 | 18,80 |
| Guanacaste* | 19,10 | 49,90 | 31,70 |
| Puntarenas* | 23,00 | 67,70 | 35,40 |
| Limón* | 11,30 | 21,00 | 17,80 |

5.1.4 Condiciones de recibo

Durante la descarga de animales, se observó que la rampa no siempre se colocaba según la altura del camión, lo que causaba que las reses no salieran por existir un desnivel, lo que en algunas ocasiones causaba golpes a la salida. También se pudo constatar que la manga de recibo posee una medida de ancho muy grande, lo cual causa que haya dos o tres animales estrujados a la vez en un mismo punto de la manga. El piso de las mangas tiene un diseño que propicia que haya caídas, lo que se potencia aún más por el ángulo tan elevado de la rampa de recibo. De igual forma, se determinó que los recibidores de ganado pintan los animales en diferentes partes del lomo según su lote, los mismos vienen y van por arriba de la manga a un costado marcándolos, lo que causa que las reses se muevan una y otra vez para adelante y para atrás golpeándose unos con otros. Todas estas condiciones se pueden mejorar con algunos cambios en la infraestructura, que pueden ser metas a mediano o largo plazo en la empresa para disminuir lesiones en el área de recibo.

5.2 Características de los bovinos

Del total de reses muestreadas, 1.008 (44,92%) corresponden a machos y 1.237 (55,08%) a hembras. Este dato es congruente con los datos de matanza de hembras de la investigación realizada por Molina *et al.* (2011), en Coopemontecillos en la que se encontró que durante un año (desde octubre de 2008 hasta octubre de 2009) se sacrificó 50,57% de hembras de un total de 97.212 animales.

Se encontró una diferencia significativa ($p < 0,05$) entre sexos, siendo las hembras las que más presentan traumas y por ende las que tienen mayor pérdida de carne.

5.2.1 Procedencia de los animales

Las 2.245 reses provinieron desde seis de las siete provincias del país. La mayor cantidad de machos y hembras proceden de Alajuela, seguida por Guanacaste, Puntarenas, Limón y por último San José y Heredia (Figura 12). De San José y Heredia no se contabilizó ninguna hembra.

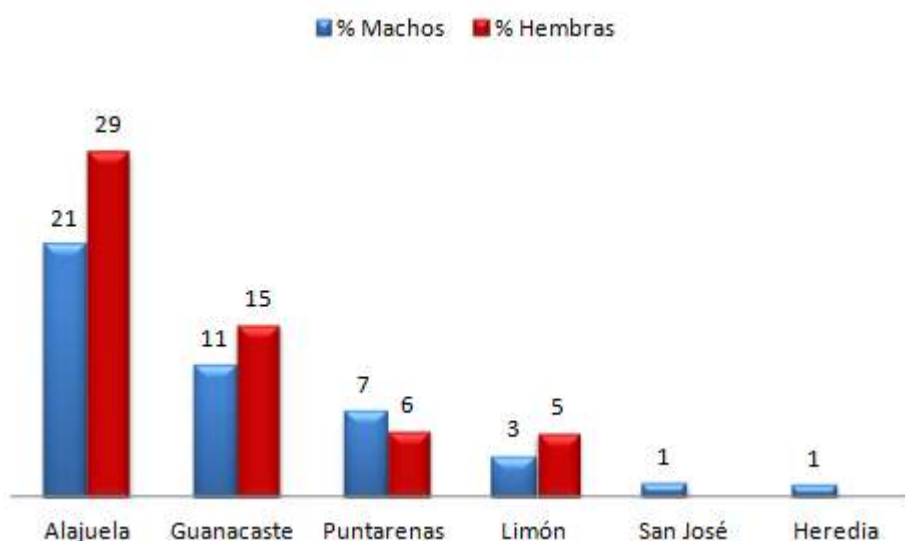


Figura 12. Procedencia por provincia de las 2.245 reses según el sexo.

Además del lugar de procedencia, se determinó si el ganado venía desde finca o subasta. Esto se pudo determinar gracias al tipo de Guía de movilización de ganado de SENASA, la cual es diferente para cada caso. Se obtuvo una gran mayoría de ganado procedente de finca (89%), no obstante, se pudo observar en muchos casos, ganado marcado con etiqueta de subasta que venía de estar un par de días en finca, por lo tanto, no se podía clasificar como animales de subasta, de esta manera sólo 11% de la muestra correspondió a subasta. En el caso de los animales

provenientes de finca, el retiro por Antigüedad tipo 1 representó un 82% del retiro total por trauma, mientras que para aquellos originarios de subasta, representó un 86,5%. No hubo diferencia significativa ($p \geq 0,5$) entre subasta y finca para la cantidad carne retirada por trauma.

5.2.2 Grado de Encastamiento

Se halló que la muestra se compuso en su mayoría de animales del tipo *Indicus*, seguidos por bovinos cruzados y por último de ganado tipo *Taurus* (Figura 13), que generalmente eran vacas lecheras que ya cumplían con su vida reproductiva y productiva, comúnmente llamadas vacas de “desecho”. No hubo diferencia significativa ($p \geq 0,5$) en retiro de carne por traumas entre grados de encastamiento.

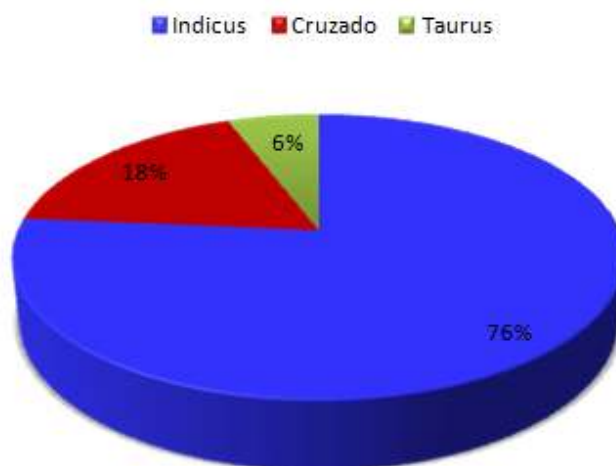


Figura 13. Distribución del encastamiento en las 2.245 reses muestreadas.

5.2.3 Cornamenta

Se encontró un 41,59% del ganado descornado, 21,86% con cuernos despuntados y 36,60% con cuernos enteros. Los animales despuntados y con cuernos enteros suman un 58,46%, lo cual no ayuda a prevenir lesiones por corneadas tanto en el camión, como al llegar a los corrales de recibo, en los cuales puede haber peleas con otras reses desconocidas al restablecer jerarquías. Además de esto, se reduce el espacio disponible en el camión, pues animales con cuernos requieren mayor área para transporte. Se pudo observar animales con hemorragias por cuernos quebrados en el camión por los movimientos bruscos de ganado arisco contra las barandas, situación que ocasiona gran detrimento en el bienestar animal y en la calidad posterior de la carne. No se encontró diferencia estadística ($p \geq 0,5$) para la cornamenta con respecto a retiro de carne por lesiones.

5.2.4 Edad y peso promedio de machos y hembras

Según el Cuadro 8. del total de las 1.237 hembras, 620 se encontraban en época reproductiva; un 50,12% del total de hembras en el rango de 0 y 6 dientes. Un 49,88% correspondió a vacas de 8 dientes, es decir mayores de 3,5 años que probablemente sean vacas de “desecho” o vacas que no fueron utilizadas con un propósito cárnico como fin productivo. Esto evidencia que la situación no ha cambiado desde el año 2008-2009, según revela Molina *et al.* (2011) en su estudio, en el que encontró que del total de hembras sacrificadas en ese período, 38,16% correspondió a novillas y 61,84% a vacas; de esas vacas un 51,44% se encontraban con preñeces desde cápsulas embrionarias hasta fetos desarrollados completamente. Estos datos son alarmantes pues confirman que el hato nacional está siendo amenazado por su disminución del pie de cría.

En términos de calidad de carne, se habla en general que el factor organoléptico más importante es la ternura o suavidad de la misma, y que esa ternura es afectada directamente por la edad de sacrificio del animal. La mayor calidad de carne de res se obtiene de animales menores a 36 meses de edad (FAO, 1991). Esto se debe principalmente al cruzamiento inter en intracatenario que le ocurre al colágeno con la

edad. Desde los 18 meses de edad en adelante el contenido de colágeno se mantiene constante, sin embargo, la reticulación del colágeno progresa y hay una disminución constante en la solubilidad del mismo, con un incremento paralelo de la tensión térmica del colágeno intramuscular durante la cocción, resultando en carne más dura (Jarrige y Béranger 1992). Con respecto al criterio anterior, se obtuvo 76,59% de machos menores de 36 meses, entre los rangos de 0, 2 y 4 dientes. Esto significa que un alto porcentaje de los machos sacrificados para el criterio de calidad de carne por edad se encuentra en el rango del parámetro óptimo, sin tomar en cuenta otros factores como cobertura y color de grasa y musculatura. No obstante, un 23,41% correspondió a machos en los rangos de 6 y 8 dientes, cuya calidad de carne es, en teoría, inferior en materia de dureza.

Cuadro 8. Edad (según incisivos permanentes) y peso vivo promedio de hembras y machos en 2.245 bovinos de muestra.

| Cantidad de dientes | Edad Meses** | % Hembras | % Machos | PV* promedio hembras(kg) | PV* promedio machos(kg) |
|---------------------|--------------|-----------|----------|--------------------------|-------------------------|
| 0 dientes | 0-22 | 12,53 | 13,68 | 307,51 | 324,11 |
| 2 dientes | 22-27 | 14,87 | 30,13 | 363,99 | 476,48 |
| 4 dientes | 27-36 | 12,69 | 32,71 | 390,60 | 498,34 |
| 6 dientes | 36-48 | 10,02 | 15,36 | 405,92 | 507,97 |
| 8 dientes | +48 | 49,88 | 8,13 | 428,44 | 556,61 |

*PV = peso vivo.

**Fuente: CORFOGA (2012b).

5.2.5 Rendimiento de canal caliente y pesos en canal caliente

Según Caravaca *et al.* (2003), el rendimiento de la canal se define como el cociente entre el peso de la canal y el peso vivo, expresado en porcentaje y, que éste para bovinos se encuentra entre 55-60%. Castro (1984), menciona que para machos, el rendimiento en canal se encuentra entre 54-55% y para hembras de un 51%. Estos parámetros coinciden con los rendimientos promedio para hembras y machos en estudio (Cuadro 9), el cual muestra que para las hembras el promedio rondó entre

49,47% y 53,01% correspondiendo a la edad de ocho y cero dientes respectivamente. Para los machos, el rendimiento promedio en todas las edades fue de 55,5%.

Cuadro 9. Rendimiento y pesos promedio en canal caliente en machos y hembras según edad.

| Edad Dentaria | Rendimiento canal promedio hembras (%) | Rendimiento canal promedio machos (%) | Peso en canal promedio hembras (kg) | Peso en canal promedio machos (kg) |
|---------------|--|---------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| 0 dientes | 53,01 | 55,23 | 163,18 | 179,44 |
| 2 dientes | 52,39 | 55,52 | 190,74 | 264,61 |
| 4 dientes | 50,92 | 55,58 | 198,8 | 277,24 |
| 6 dientes | 50,99 | 55,53 | 207,12 | 282,46 |
| 8 dientes | 49,47 | 55,64 | 212,09 | 311,02 |

5.2.6 Musculatura y grasa

El análisis estadístico determinó que existe una diferencia estadística significativa ($p < 0,5$) tanto para el nivel de musculatura como para el grosor de grasa corporal con respecto al retiro de carne por traumas. Se determinó que los animales con musculaturas tipo 4 fueron los más afectados en el retiro de carne por trauma (Anexos 5, 11), seguido por aquellos con musculatura tipo 3, siendo los de tipo 2 los que presentaron un menor retiro. La musculatura tipo 1 obtuvo una mayor pérdida de carne promedio que los tipos 2 y 3, sin embargo se evaluaron muy pocos animales con esta característica, por lo cual el análisis estadístico tiene poca relevancia en este caso. El caso fue el mismo con la cobertura grasa tipo 3 (mayor cobertura); se encontraron muy pocos animales con dicha característica. La cobertura grasa tipo 2 tuvo un retiro promedio mayor que el tipo 1, es decir, aquellos animales con mayor cobertura grasa sufrieron un mayor retiro de carne por trauma.

Grandin (1998a) sugiere que por falta de cobertura muscular, los animales más flacos se golpean más fácilmente que los gordos. Esto concuerda con los resultados obtenidos: los animales más propensos a sufrir de mayor cantidad de lesiones son los de menor musculatura. Con respecto a grasa, contrariamente a lo esperado, se obtuvo una mayor cantidad de retiro a mayor cantidad de grasa. Esto puede ser explicado al encontrar muchos terneros con clasificaciones de grasa 1, los cuales tienen en general poco retiro de lesiones por trauma y también debido a que la muestra de animales con grasa 3 era de solamente 27 animales, 16 de los cuales eran vacas de desecho, lo cual pudo haber afectado los resultados.

5.2.7 Densidad de carga

La evaluación estadística reveló que no existe diferencia significativa ($p \geq 0,5$) en la densidad de carga empleada para la variable retiro de carne por trauma (Anexo 5). La carga mínima fue de 1 animal/camión, la carga máxima fue de 42 animales, con un promedio de 15 animales por camión. La densidad de carga ha sido por años una de las variables de más importancia para las diferentes entidades relacionadas a la producción cárnica y bienestar animal, por lo cual la capacitación hacia los productores en relación a este tema ha sido ardua. Dichas capacitaciones parecen estar dando resultados positivos en la mentalidad de los productores ya que como se puede ver en las Figuras 14 y 15, las densidades empleadas tanto para reses con cuernos como sin cuernos en los viajes muestreados no difieren en gran medida con las recomendadas por Grandin (2008) y la Comisión Europea (2002) (CCSBA).

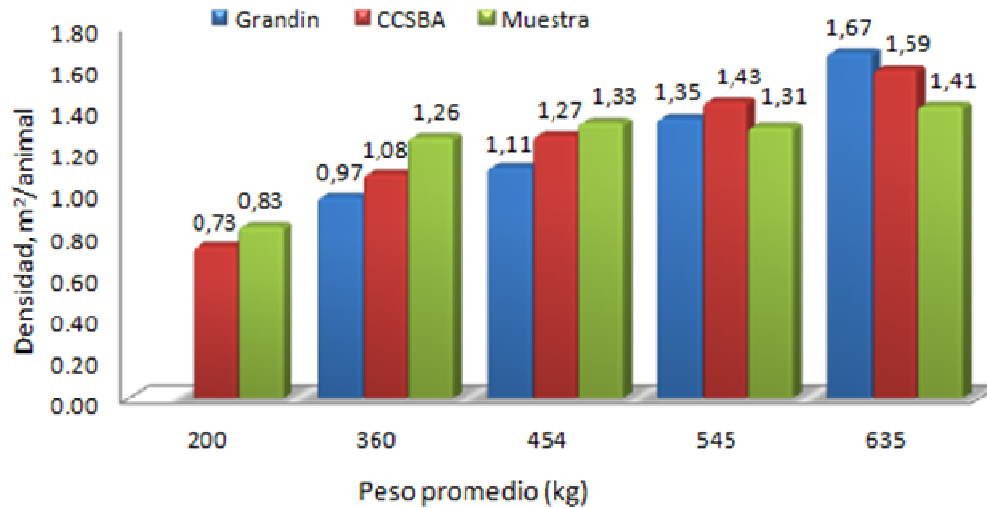


Figura 14. Comparación entre densidades óptimas según Grandin (2008), Comisión Europea (2002) (CCSBA) y obtenidas (Muestra) para reses con cuernos.

Tanto para reses con cuernos como sin cuernos (Figuras 14 y 15), la densidad empleada para animales por debajo de los 545 kg se encontró muy similar a los parámetros óptimos, incluso para aquellos de menor peso fue bastante holgada. Dichos animales representan un 92,43 % (n=2075) del total de la muestra. Esto concuerda con los resultados del análisis estadístico, en que la densidad no fue una variable determinante para el retiro de lesiones por trauma.

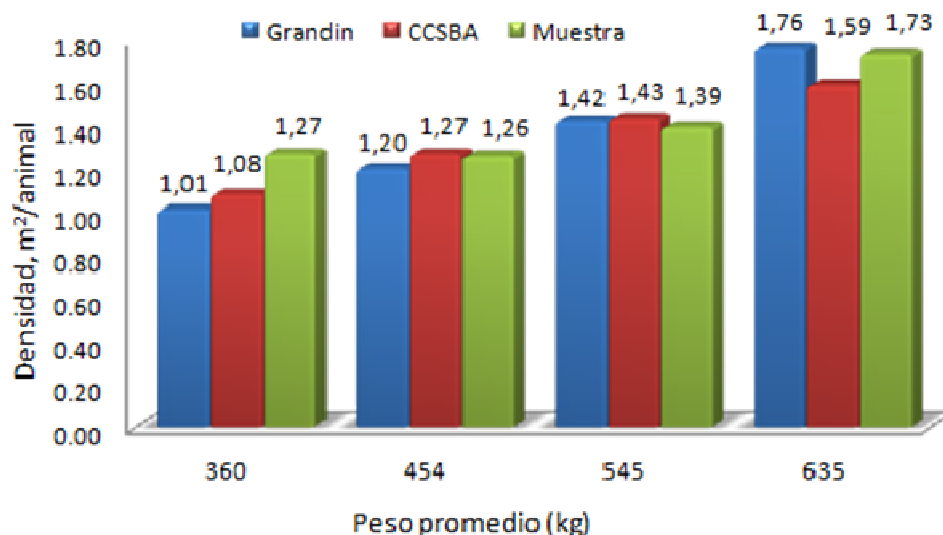


Figura 15. Comparación entre densidades óptimas según Grandin (2008), Comisión Europea (2002) (CCSBA) y obtenidas (Muestra) para reses sin cuernos.

5.2.8 Utilización de chuzo eléctrico

Según se pudo constatar con el análisis estadístico la utilización del chuzo eléctrico no tuvo una diferencia significativa ($p \geq 0,5$) en el retiro de carne por trauma (Anexo 5). Sin embargo se pudo evidenciar una alta incidencia por parte de los transportistas a utilizar el chuzo de manera inadecuada dando choques eléctricos a cada uno de los animales del lote sin existir un comportamiento por parte de las reses que lo ameritase. Si bien no se evidencia un pro

blema directo de presencia de lesiones con la utilización innecesaria del chuzo, esto viene a afectar el nivel de estrés de los animales durante el manejo, lo que puede impactar en la calidad final de la carne y violenta los principios del bienestar animal.

5.2.9 Resumen de variables

En el Cuadro 10 se puede apreciar un resumen de los factores considerados como importantes y su significancia estadística para el retiro de lesiones por trauma luego del análisis.

Cuadro 10. Factores asociados a retiro de carne por trauma y su significancia estadística.

| Variable dependiente: Retiro de carne por Trauma | |
|--|------------------------------------|
| Factor | Significancia Estadística (p<0,05) |
| Chofer | Significativo |
| Año Vehículo | No Significativo |
| Rejilla | Significativo |
| Cama | Significativo |
| Tiempo Viaje | Significativo |
| Distancia de Viaje | Significativo |
| Velocidad de Transporte | Significativo |
| Sexo | Significativo |
| Edad | Significativo |
| Músculo | Significativo |
| Grasa | Significativo |
| Encastamiento | No Significativo |
| Cornamenta | No Significativo |
| Utilización Chuzo | No Significativo |
| Densidad | No Significativo |
| Peso | No Significativo |

5.3 Generalidades de las lesiones

A la totalidad de animales muestreados se le cuantificó la pérdida de carne por concepto de lesiones (retirada en las áreas de inspección de canales dentro de la planta), igualmente se evaluó de forma visual la frecuencia, color del hematoma (antigüedad) y severidad de la lesión.

De los 2.245 animales muestreados, el 91% (2.043 reses) presentó algún tipo de lesión (frecuencia). En el caso de retiro, al 67,9% de canales (1.525 animales) se les eliminó carne por presencia de lesión cualquiera que fuera su causa. Del 91% de animales lesionados, un 59% correspondió a hembras y 41% a machos (Figura 16). De aquellos animales a los que se les retiró carne por algún tipo de lesión, el 67,2% fueron hembras y 32,8% machos (Figura 17).

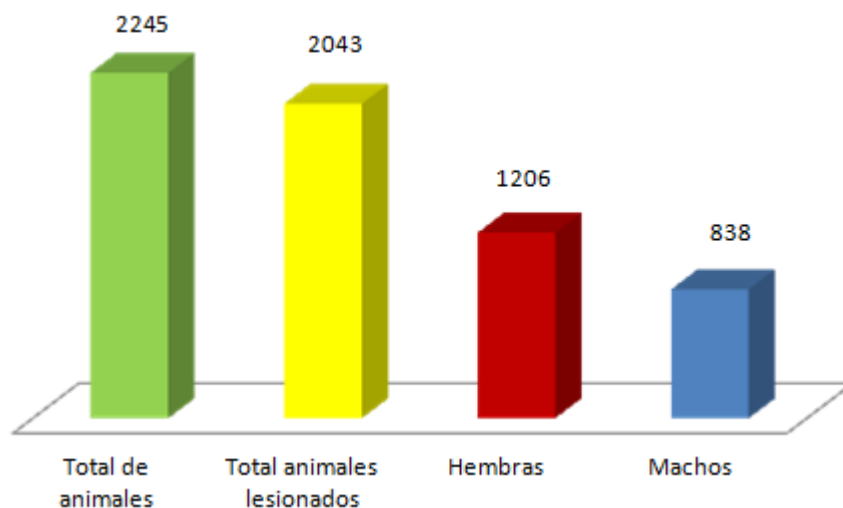


Figura 16. Total de reses con presencia de lesión.

En las Figuras 16 y 17 se puede apreciar las distribuciones asociadas a la presencia de lesiones y al retiro de las mismas.

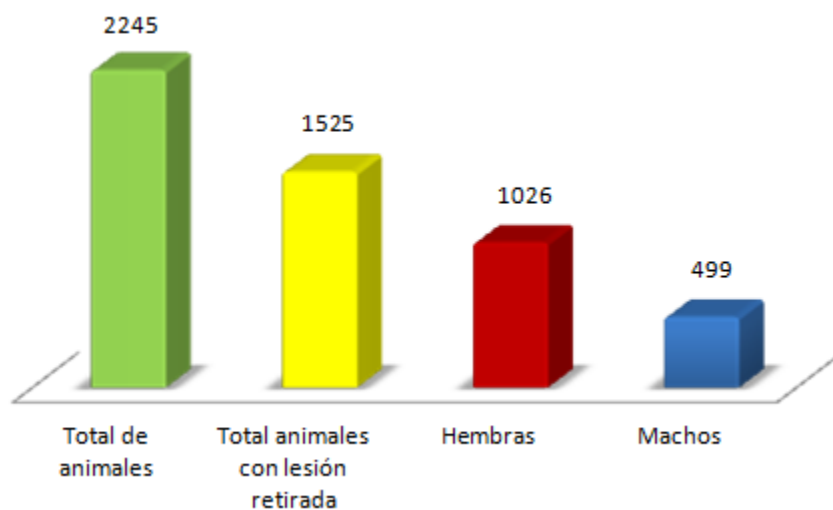


Figura 17. Total de reses con retiro de carne por lesión.

La distribución del retiro total en kilogramos según trauma, inyección y fierro se encuentra en la Figura 18. Los traumatismos representaron el mayor porcentaje que causa remoción de lesiones, seguido por inyecciones y parásitos.

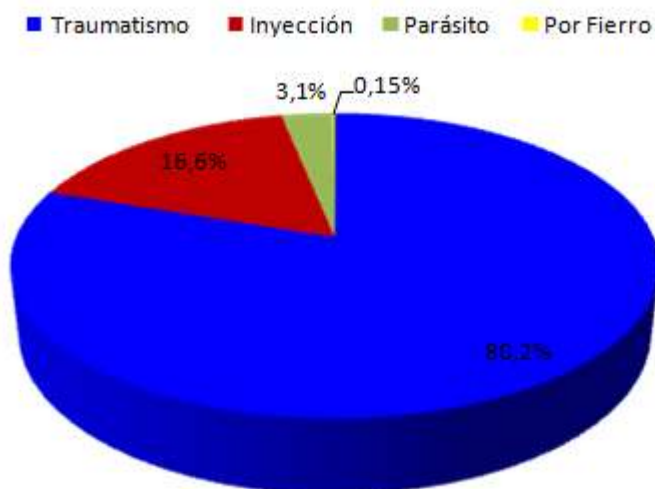


Figura 18. Porcentajes por retiro de carne según la causa de la lesión

5.3.1 Retiro por tipo de lesión

El total de carne retirada por concepto de lesión fue de 1.907,3 kg, para un retiro promedio por animal de 1.250 g. El mayor porcentaje correspondió ampliamente a la lesión ocasionada por trauma, siendo esta causal de un 80,2% del retiro total (1.529,7 kg). Las lesiones por inyección, parásitos y fierro fueron de 16,6% (316,5 kg), 3,1% (58,2 kg) y 0,15% (2,8 kg), respectivamente.

No obstante en menor medida que las lesiones producidas por golpes, aquellas ocasionadas por la mala aplicación de una inyección fueron considerables, con un 16,6% del total de retiro. Este tipo de lesión se da a nivel de finca y se puede disminuir capacitando a los responsables de la aplicación de inyectables. En su mayoría las lesiones por inyección se dieron en el medio posterior del animal (Figura 19).



Figura 19. Cortes con mayor porcentaje de retiro por mala aplicación de inyección.

En el caso de lesiones producidas por parásitos (tórsalos principalmente), el retiro fue mucho menor, con un 3% del total y se ubicó principalmente en el cuarto anterior del animal, en la zona de costilla y paleta (Figura 20). Estas lesiones, al ser ocasionadas en su gran mayoría por tórsalos, pueden llegar a atravesar el cuero del animal, pero no alcanzan mucha profundidad, por lo que a la hora de limpieza de la canal, no se llega a retirar mucha carne. El retiro, debido a una inadecuada utilización del fierro fue prácticamente insignificante, con tan solo un 0,1% del retiro total, siendo afectada solamente la zona del lomo.

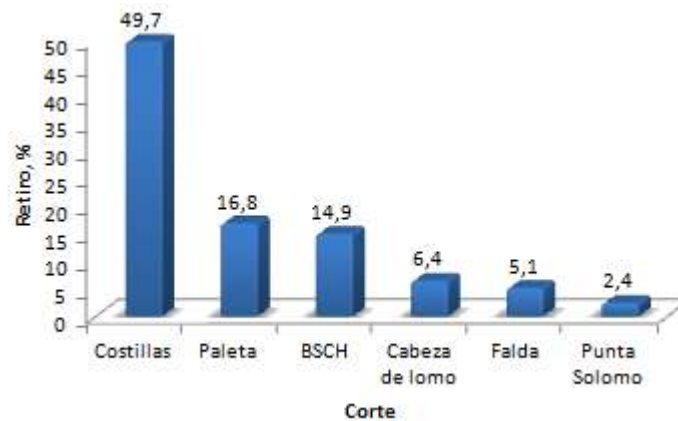


Figura 20. Cortes con mayor porcentaje de retiro por presencia de parásitos.

Por su parte, las zonas más afectadas por traumas fueron las costillas, cuarto trasero y paleta respectivamente (Figura 21).



Figura 21. Cortes con mayor porcentaje de retiro por traumas.

En el cuadro 11 se puede apreciar la distribución en el retiro de lesiones por animal. Se presentó un mínimo de retiro de 12 g y un máximo de 48 kg.

Cuadro 11. Distribución de retiro de lesiones por animal.

| Rango Retiro | Peso Lesión (g) | Animales # | Retiro Total (kg) | Retiro Promedio/Animal (g) |
|--------------|-----------------|------------|-------------------|----------------------------|
| 1 - 500 | | 642 | 153 | 239 |
| 500 – 2.000 | | 598 | 646 | 1.081 |
| Más de 2.000 | | 285 | 1.108 | 3.888 |
| Total | | 1.525 | 1.907 | 1.250 |

5.3.2 Retiro de carne según edad

En la Figura 22 se puede observar que el mayor retiro de carne en hembras se da en vacas de 8 dientes, es decir, vacas de desecho, mientras el menor retiro de carne se da en novillas 0 dientes. Esto es congruente para la premisa de que las vacas más viejas o de desecho tienden a tener más lesiones que animales más jóvenes.

En los machos se encontró que la mayor cantidad de carne retirada fue para animales de 4 dientes y la menor cantidad para animales de 0 dientes.

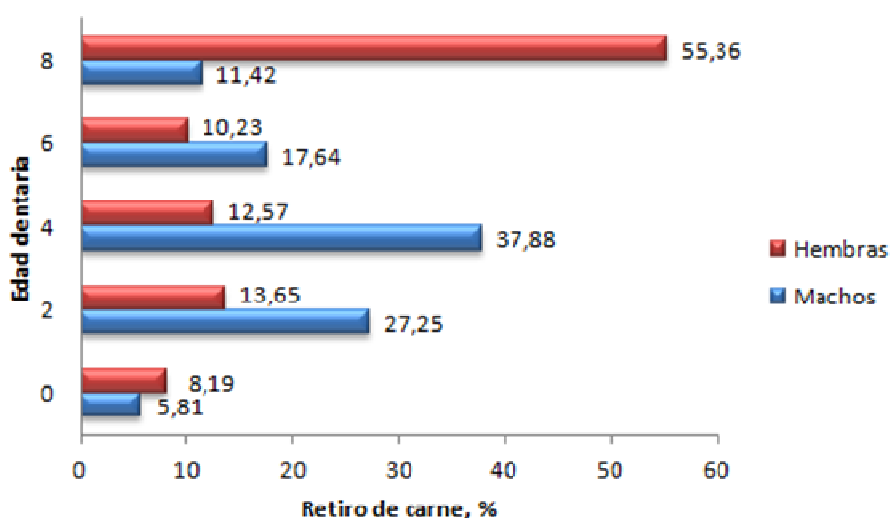


Figura 22. Retiro de carne para hembras y machos de 0, 2, 6 y 8 dientes en 1.525 animales.

Para la edad, se halló que la cantidad de gramos de carne perdidos por trauma es mayor a los ocho dientes y la menor a los cero dientes (Cuadro 12). Ocho dientes fue la edad que tuvo una diferencia significativa entre todas las demás edades ($p < 0,05$) (Anexo 10), esto puede deberse a que las vacas lecheras de desecho generalmente se encuentran en el grupo de 8 dientes, las cuales por un mayor manejo y tipo de producción tienden a presentar mayor cantidad de hematomas.

Cuadro 12. Pérdidas de carne promedio por trauma según edad dentaria.

| Edad | Promedio (g) | |
|------------------------|--------------|----------|
| | Machos | Hembras |
| 0 dientes | 417,72 | 624,89 |
| 2 dientes | 560,57 | 901,16 |
| 4 dientes | 991,69 | 1.223,21 |
| 6 dientes | 822,48 | 1.186,17 |
| 8 dientes | 1.453,32 | 1.787,58 |
| Promedio pérdida total | 863,72 | 1.438,93 |

5.3.3 Antigüedad y severidad de lesiones

Aquel tipo que presentó un mayor porcentaje de retiro fue el Tipo 1 (Cuadro 13), evidenciando que en su gran mayoría las lesiones por trauma ocurren de 0-24 horas antes del sacrificio. Esto quiere decir que dichas lesiones se producen ya sea durante el transporte o durante el tiempo de confinamiento en corrales antes del sacrificio. Es importante resaltar que las variables asociadas a transporte (chofer, rejilla, tiempo viaje, velocidad, distancia) resultaron con significancia estadística ($p < 0,5$) para la antigüedad Tipo 1 (Anexo 6). Basados en este resultado se puede inferir que los factores asociados al transporte son aquellos que tienen un mayor impacto en el retiro de carne producto de lesiones ocasionadas por trauma.

Cuadro 13. Retiro por trauma según antigüedad y severidad de la lesión.

| Antigüedad | Grados de agresión de lesión | | | Total | % |
|-----------------|------------------------------|---------------|-------------|---------|-------|
| | Leve (kg) | Moderada (kg) | Severa (kg) | | |
| Tipo 1 (0-24h) | 78,8 | 667,8 | 515,5 | 1.262,1 | 82,5 |
| Tipo 2 (24-48h) | 0,1 | 5,7 | 10,1 | 15,9 | 1,0 |
| Tipo 3 (+48h) | 7,6 | 160,4 | 83,6 | 251,6 | 16,5 |
| Total | 86,5 | 839,2 | 609,2 | 1.529,1 | 100,0 |

Por su parte, la severidad no presentó significancia estadística ($p \geq 0,5$) con ninguna variable, ya sea de transporte o característica del animal. Este parámetro solamente permite identificar la magnitud en la distribución de las lesiones. Contrario

a lo que se esperaría, fueron los golpes moderados y no los severos los que resultaron con un porcentaje de retiro mayor, debido a su mayor frecuencia.

5.3.4 Frecuencia de lesiones

La observación de frecuencia se definió por la necesidad de identificar lesiones que pudieran ser superficiales y que no comprometieran el músculo, por lo que la limpieza de la cobertura grasa fuera suficiente para eliminarla o simplemente no era eliminada por el operario. Sin embargo, éstas siguen siendo indicativas del manejo de los animales y tienen un impacto sobre el bienestar de los mismos. Además de esto, facilitan la identificación de las zonas de mayor roce.

Para lesiones ocasionadas por trauma de antigüedad Tipo 1, la mayor frecuencia se presentó en el área del isquion y la cadera, con menores porcentajes de frecuencia en costillas, paleta y lomo (Figura 23). Sin embargo, de acuerdo a los datos obtenidos por retiro, hubo una mayor cantidad en kilogramos de carne retirada en éstas últimas tres áreas. Esto indica que el isquion y la cadera, si bien no representan gran pérdida por concepto de carne retirada, si son un foco de roce y presencia de lesión importante, que irá en detrimento del bienestar animal.

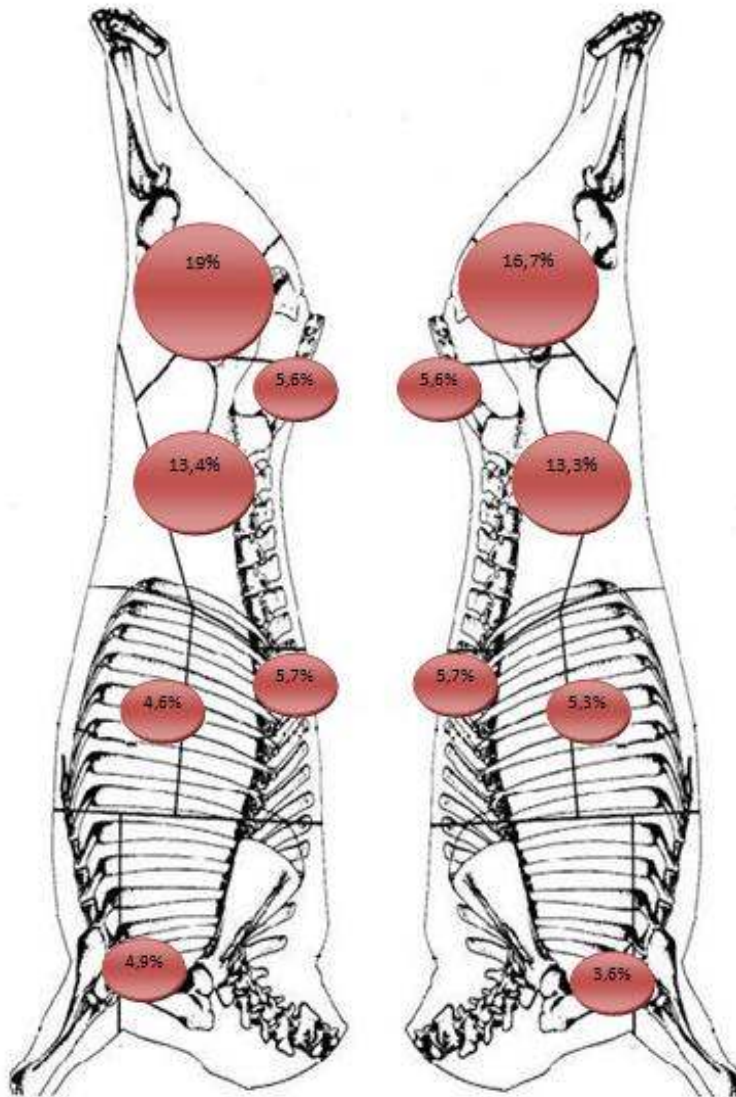


Figura 23. Porcentaje de zonas con mayor frecuencia de lesiones por trauma de antigüedad Tipo 1. n= 7.239.

La frecuencia de lesiones presentada por traumas de antigüedad Tipo 2 y 3 fueron considerablemente menores que para el Tipo 1. En ambos casos, las zonas de mayor roce estuvieron en el cuarto anterior del animal, en la zona de costillas y paleta principalmente (Figuras 24 y 25).

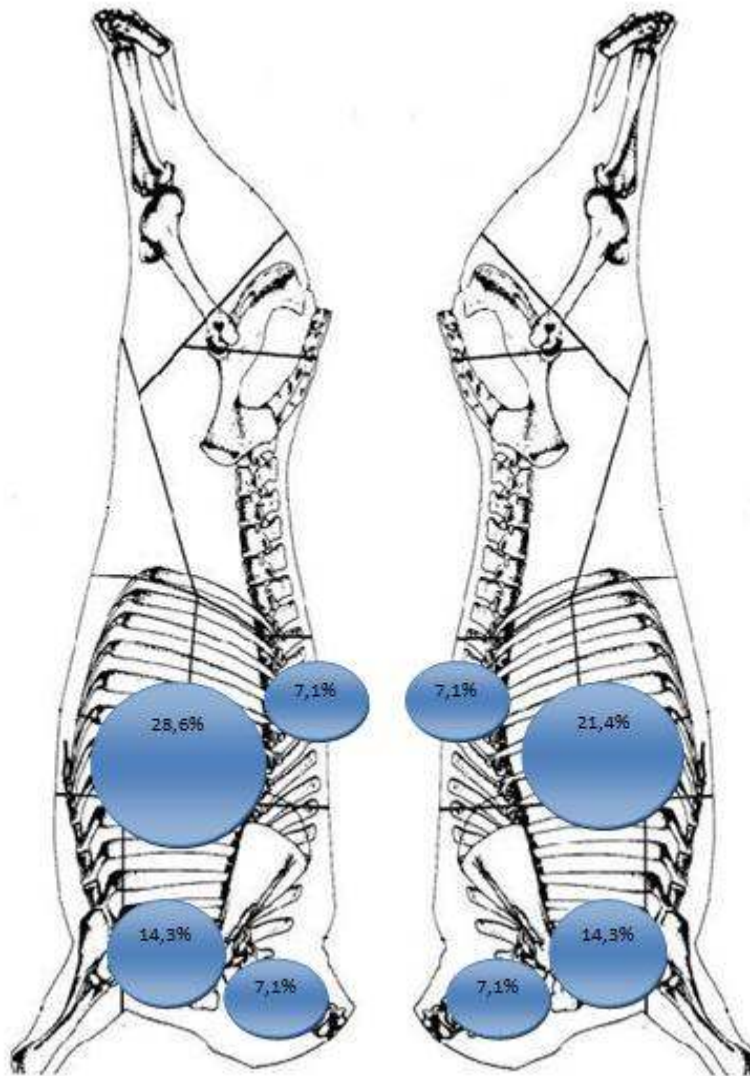


Figura 24. Porcentaje de zonas con mayor frecuencia de lesiones por trauma de antigüedad Tipo 2. n= 14.

Esta amplia diferencia en frecuencia evidencia cómo la gran mayoría de lesiones ocurren en las 24 horas antes de la cosecha, es decir, durante el transporte y manipulación de animales en los corrales de contención. Es importante recalcar cómo las lesiones de Antigüedad tipo 1 se concentran en el medio posterior, mientras que aquellas, más antiguas (tipo 2 y 3) tienen mayor presencia en el medio anterior. Las zonas del isquion y la cadera, al tener menos músculo, se ven más expuestas al roce constante, como el que ocurre en el camión durante el transporte. Por otra par-

te, se identificaron dos puntos dentro de la planta que posiblemente fueron responsables en alguna medida con los golpes en el medio posterior. El primero se ubicó al final de la manga de ingreso a la planta. Allí una puerta que separaba a los animales prontos a ingresar de los demás se cerraba de arriba hacia abajo, y en algunos casos descendía con fuerza, golpeando los animales en la zona de la cadera. El segundo se ubicó en la caja de sujeción, donde animales grandes parecían tener algún grado de dificultad y a la hora de ser empujado por el martillo ya dentro de la caja, es posible que sufrieran una lesión leve.

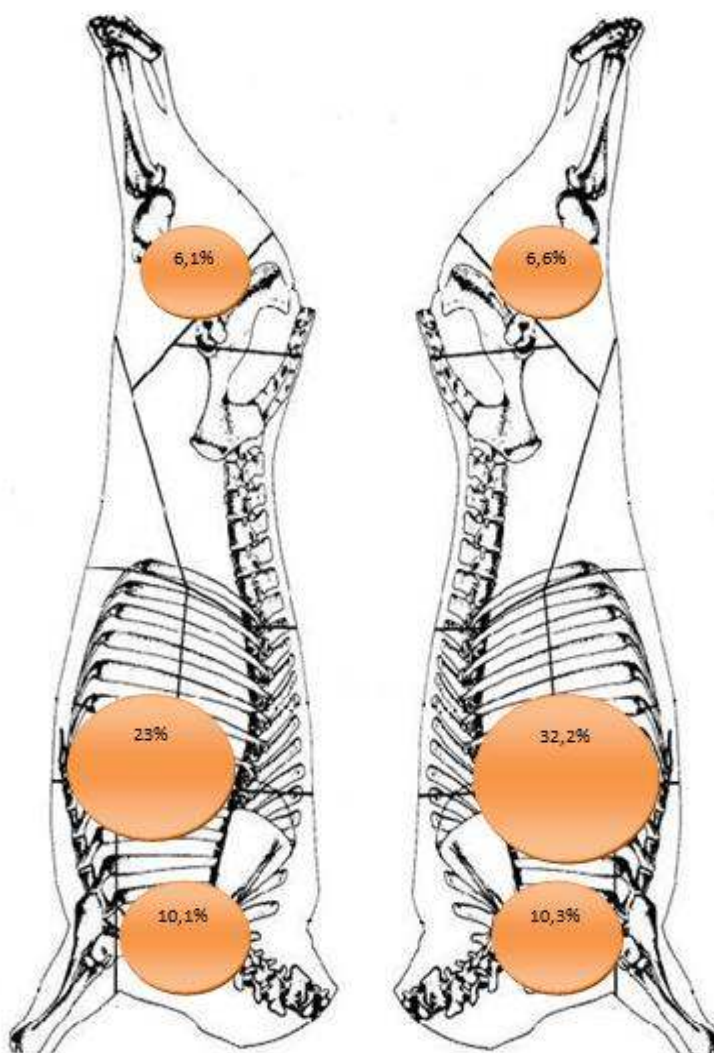


Figura 25. Porcentaje de zonas con mayor frecuencia de lesiones por trauma de antigüedad Tipo 3. n= 426.

En el caso de lesiones por mala aplicación de inyección, la frecuencia estuvo dividida entre la zona de la punta de solomo y la de quititeña (Figura 26), sin embargo el porcentaje de retiro fue mucho mayor en la primera. Lo ideal es aplicar la inyección a la altura del pescuezo, sin embargo en muchos casos los productores la aplican a nivel de la punta de solomo. Esto por distintas razones, ya sea por comodidad de manejo en la manga, por descuido o desconocimiento.

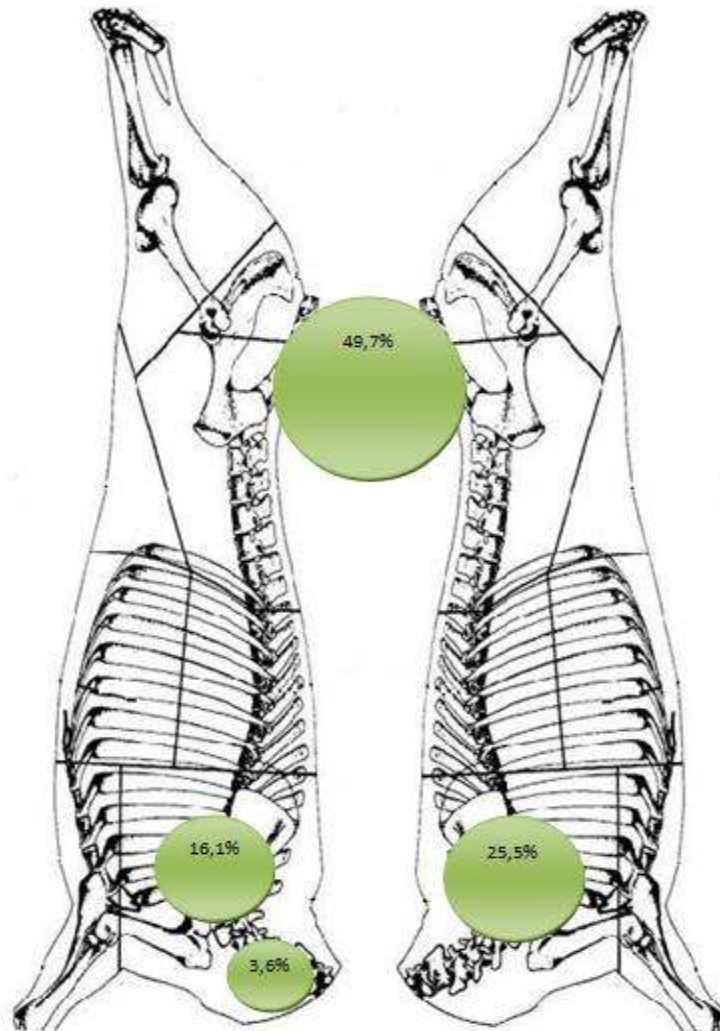


Figura 26. Porcentaje de zonas con mayor frecuencia de lesiones por inyección. n= 384.

La frecuencia de lesiones por presencia de parásitos tuvo mayor incidencia en el cuarto anterior de los animales, en el área de costilla, paleta y lomo (Figura 27). En su gran mayoría dichas lesiones fueron superficiales y si bien no ocasionan un volumen muy elevado de carne retirada, tienen un impacto directo en el cuero como subproducto e indirecto en el desarrollo y bienestar animal.

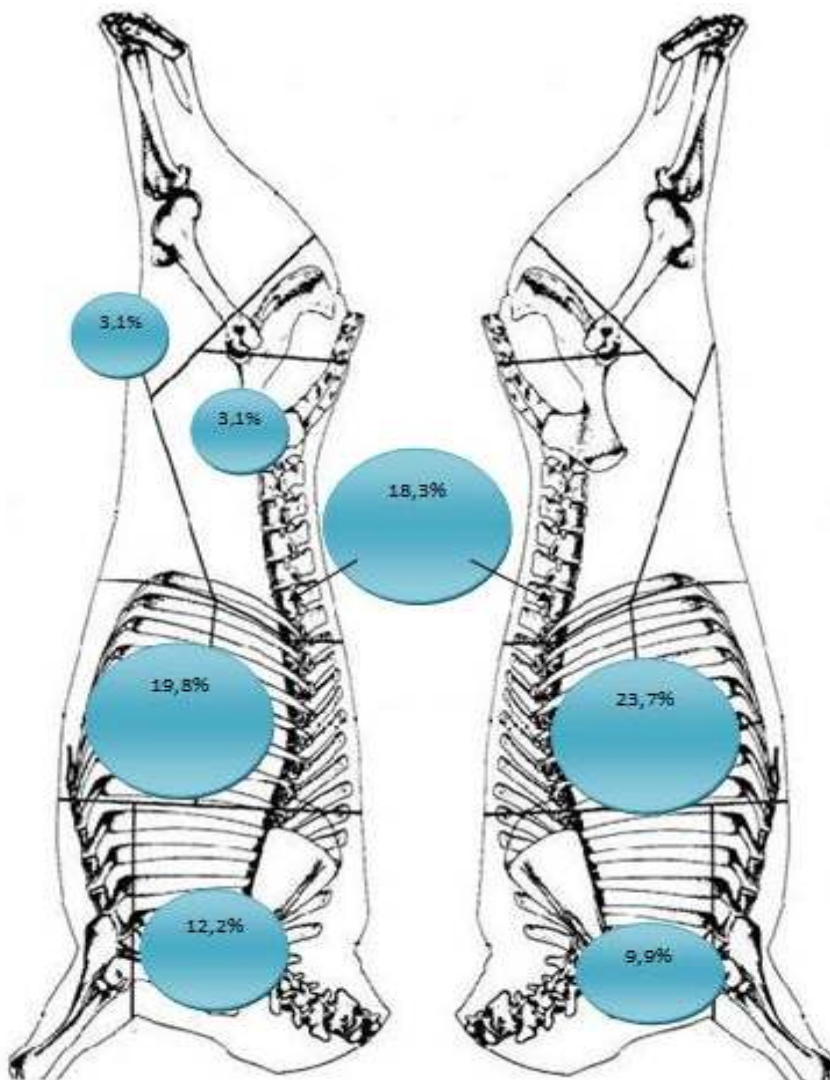


Figura 27. Porcentaje de zonas con mayor frecuencia de lesiones por parásitos. n= 131.

Por su parte, la frecuencia de lesiones producidas por mala aplicación del hierro (marcaje) se concentró casi en su totalidad (99%, con n=85) en la zona del lomo.

Si bien a veces se presentaban lesiones por fierro, la limpieza de la grasa superficial la eliminaba, por lo que el retiro por este concepto fue insignificante. Sin embargo, una mala aplicación del fierro puede ir en detrimento del bienestar animal.

5.3.5 Pérdidas económicas

Basado en la cantidad de carne perdida tanto en total como por cortes se pudo determinar un promedio de pérdidas anuales esperadas. Estas pérdidas se dividen en dos categorías: pérdidas para el productor y pérdidas para la industria.

Las pérdidas para el productor se cuantificaron utilizando los precios de compra de ganado para hembras y machos de cada mes del año 2011, además de un promedio de pérdida mensual obtenida a partir de la muestra (Cuadro 14).

Cuadro 14. Pérdidas en kilogramos de carne en el 2011 para el productor.

| | Hembras | Machos | Total |
|-----------------------|-----------|-----------|-----------|
| Pérdida muestra (kg)* | 1.476,34 | 431,00 | 1.907,34 |
| Pérdida mensual (kg) | 4.581,06 | 1.338,22 | 5.919,28 |
| Pérdida anual (kg) | 54.972,75 | 16.058,61 | 71.031,36 |

*Total de kg de carne obtenidos de la muestra.

Según el cálculo realizado, las lesiones tienen una repercusión para los ingresos de todos los ganaderos de poco más de 89 millones de colones anuales (Cuadro 15). Esto resulta en una pérdida promedio por canal de aproximadamente \$1,17 en machos y \$2,83 en hembras. Como se puede apreciar en el Anexo 14, comparativamente hablando, la pérdida económica promedio por animal es muy similar con respecto a estudios en años anteriores.

Cuadro 15. Pérdidas en colones (¢) y dólares (\$) en el 2011 para el productor.

| | Hembras | Machos | Total |
|---------------------|--------------|---------------|---------------|
| Pérdida anual (¢) | 67.066.753,2 | 22.608.183,91 | 89.674.937,16 |
| Pérdida anual (\$)* | 129.896,29 | 43.788,00 | 173.684,29 |

*Tasa de cambio 1\$: ¢513,36 al 12/2/12, Banco Central de Costa Rica.

El cálculo de la pérdida económica para la industria se cuantificó de manera que dicho cálculo corresponde a pérdidas por oportunidad de comercialización para el año 2011. Para determinar dichas pérdidas se contempló un promedio mensual de 5.925,25 kg de carne lesionada. Las proporciones de pérdidas por corte obtenidas del estudio y el precio de venta de cada corte para el mes de setiembre 2011. Dadas las características productivas de las hembras de 8 dientes, las lesiones retiradas de éstas se agruparon como BSCH (definido como corte industrial), ya que de usar los pesos y precios por corte para estas reses se produciría un cálculo sobrevalorado.

Cuadro 16. Pérdidas anuales en colones por oportunidad de venta de carne por corte en el 2011 para la industria.

| Corte | Pérdidas muestra (kg)** | Pérdidas anuales (kg) | Precio por kg (¢) | Pérdidas anuales por corte (¢) |
|--------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------------------|
| Cola de lomo | 16,97 | 632,58 | 3.808 | 2.408.868,86 |
| Costillas | 289,41 | 10.788,66 | 1.566 | 16.895.041,28 |
| Paleta | 153,50 | 5.722,38 | 2.365 | 13.533.433,13 |
| Quititeña | 26,23 | 977,93 | 2.100 | 2.053.653,75 |
| Giba | 3,75 | 139,65 | 2.150 | 300.238,38 |
| Pescuezo | 13,86 | 516,64 | 1.612 | 832.831,04 |
| Pecho | 5,21 | 194,15 | 1.800 | 349.464,81 |
| Ratón Mano | 5,11 | 190,34 | 2.154 | 410.002,47 |
| BSCH* | 1.038,56 | 3.8715,91 | 1.710 | 66.204.205,80 |
| Lomito | 3,92 | 145,98 | 6.799 | 992.539,26 |
| Lomo Ancho | 5,08 | 189,45 | 3.570 | 676.336,53 |
| Cabeza Vuelta Lomo | 7,04 | 262,37 | 2.795 | 733.315,80 |
| Falda | 47,55 | 1.772,60 | 1.706 | 3.024.053,82 |
| Cacho Vuelta | 3,40 | 126,82 | 2.485 | 315.152,44 |
| Bolita | 0,90 | 33,70 | 2.630 | 88.630,69 |
| Punta Solomo | 45,66 | 1.702,22 | 3.350 | 5.702.426,62 |
| Solomo | 36,16 | 1.348,00 | 2.500 | 3.369.988,35 |
| Mano de Piedra | 4,59 | 171,03 | 3.090 | 528.496,19 |
| Posta Cuarto | 2,17 | 81,04 | 2.560 | 207.471,99 |
| Ratón Pierna | 2,48 | 92,60 | 2.165 | 200.479,26 |
| Cuarto Trasero*** | 195,79 | 7.298,93 | 2.716 | 19.828.766,64 |
| Total | 1.907,34 | 71.102,99 | | 138.655.397,12 |

*BSCH se define como recorte industrial, incluyendo toda la carne de las vacas 8 dientes.

** Total de kg de carne obtenidos de la muestra.

*** Cuarto trasero = cacho vuelta, bolita, punta de solomo, mano de piedra y posta de cuarto.

En el Cuadro 16 se puede observar cómo la industria dejó de percibir poco más de 166 millones de colones en el año 2011 por carne lesionada que no se pudo vender en piezas y tuvo que venderse como harina de carne. Las principales pérdidas de carne fueron a nivel de costilla, cuarto trasero y paleta respectivamente; cortes por los cuales se perdieron $\text{¢}50.257.241,05$ anuales aproximadamente.

Se puede inferir entonces que estas lesiones se pueden reducir con un mejor manejo de los animales, pues se observó una gran cantidad de traumas recientes en las zonas del costillar y la paleta, lo cual se atribuye a la etapa de transporte de los mismos. Con respecto a la zona del cuarto trasero, éstas pérdidas pueden disminuir con buenas prácticas de inyección de medicamentos y desparasitantes.

Entre los cortes con menor retiro de carne se encuentran ratón de pierna, posta de cuarto y bolita. La posta de cuarto obtuvo un bajo valor de pérdidas, lo que se podría atribuir a que la posta de cuarto era parte de lo que se consideró cuarto trasero, ya que la limpieza generalmente abarcaba varios cortes a la vez, y no era posible diferenciar los diversos cortes de la zona.

6. CONCLUSIONES

De la investigación, se pueden considerar las siguientes conclusiones:

1. Según la evaluación realizada, del total de canales muestreados un 91% presentó algún tipo de lesión, y un 67,9% presentó retiro de carne por lesión correspondiente a 1 907 kilogramos de carne.
2. Del total de carne retirada un 80,3% correspondió a lesión por traumatismo, un 16,5% por inyección, un 3% por parásitos y un 0,1% por fierro.
3. Del total de carne retirada por traumatismo el 82,5% corresponde a lesiones por antigüedad tipo 1 (0-24 h), lo cual deja las variables transporte y estancia en corrales como las principales causas de lesiones.
4. Los cortes que presentaron mayor porcentaje de retiro por lesión son: costillas, cuarto trasero, paleta y punta de solomo; con un 32,5, 23,2, 15 y 6,4%, respectivamente.
5. Se determinó que existe diferencia significativa entre machos y hembras ($p < 0,5$) para el retiro total de carne por lesiones siendo mayor para hembras; los porcentajes de retiro por trauma para hembras y machos fue de 77,4% y 22,6% respectivamente.
6. Las variables que influyen en la incidencia de lesiones por trauma son: chofer, rejilla, cama, tiempo de viaje, distancia de viaje, velocidad, sexo, edad, musculatura y cobertura grasa.
7. No existió una diferencia significativa ($p \geq 0,5$) a nivel de retiro por lesión entre animales provenientes de finca o subasta.
8. No existe un efecto significativo entre la densidad de carga y el retiro de carne por trauma lo que hace pensar que actualmente las densidades de carga se están manejando adecuadamente.
9. Variables como velocidad de viaje, distancia recorrida y el tiempo de viaje ligadas a las habilidades y conocimientos del chofer resultan ser puntos claves que se deben mejorar con el fin de reducir las pérdidas de carne.

10. Para el sector productor, se calcularon pérdidas anuales de ¢89.674.937,16 (\$174.682,36) y ¢138.655.397 (\$270.093,00) para el sector industrial por retiro de carne lesionada no apta para consumo humano.
11. Se calculó que la pérdida por animal fue de \$1,17 para machos y de \$2,83 para hembras.
12. Se determinó que del total de animales con retiro de lesiones, los animales de cero dientes obtuvieron la menor cantidad de retiro: 8,19% hembras y 5,81% de machos. La mayor cantidad de retiro fue en hembras de 8 dientes que alcanzaron un 53,36% y los machos de 4 dientes un 37,88%.
13. Con respecto a la evolución del bienestar animal, comparando todos los trabajos sobre lesiones a nivel nacional, se determinó que ha habido un notable incremento en el porcentaje de canales con lesión retirada, el cual va de 13,3% en el año 2002, 15,1% en el 2004, 21% en el 2005, 40% en 2006 y 67,9% para el 2011 (Anexo 15). Constando que hay mucho por hacer en materia de bienestar animal; mejora de técnicas de manejo del ganado en finca, en transporte y áreas de recibo. Esto solamente puede ser posible por medio de una culturización, la cual puede alcanzarse mediante charlas sobre las repercusiones económicas que las lesiones generan y posibles maneras de evitarlas o disminuirlas.

7. RECOMENDACIONES

1. Se debe establecer en la ley para transporte de animales las especificaciones técnicas detalladas para el uso y elaboración de las rejillas, así como la obligatoriedad de uso de un techo en los camiones como protección para los animales.
2. Se recomienda implementar un sistema de determinación visual de lesiones que permita a la planta relacionar lotes de animales e incidencias de lesiones con su debido transportista. De esta manera realizar reportes a los respectivos dueños de los lotes para que dicha información pueda ser utilizada en un sistema de incentivos por medio de la guía de transporte y su código de barras.
3. Es recomendable realizar cambios en los ángulos, dimensiones, visibilidad y uso de la manga de recibo de ganado con el fin de facilitar el manejo y reducir estrés a los animales. Estos cambios pueden realizarse a mediano y largo plazo por su alto costo económico, con ayuda de técnicos y profesionales en materia de bienestar animal.
4. Se debe realizar un esfuerzo mayor para instruir a los productores en las técnicas de inyección adecuadas y bienestar animal, además de los beneficios económicos que ésto les puede traer. Esto podría realizarse por medio de programas de extensión dirigidos por instituciones como el Ministerio de Agricultura y la Universidad de Costa Rica.
5. Es imperativa la necesidad de capacitar adecuadamente a los operarios de recibo de ganado en el manejo y bienestar de los animales, ya que se pudo constatar la presencia de conductas que van en contra del bienestar animal.
6. Es importante que entidades de importancia en el ámbito agropecuario (Ministerio de Agricultura, Universidad de Costa Rica, CORFOGA, asociaciones de productores, hagan un esfuerzo por difundir este tipo de investigación y sus resultados. Que la información sea divulgada a los productores de carne del país y a instituciones como SENASA para que se dé una retro alimentación positiva para toda la cadena de producción de carne.

8. LITERATURA CITADA

- ADZITEY, F; NURUL, H. 2011. Pale soft exudative (PSE) and dark firm and dry (DFD): causes and measures to reduce these incidence: a mini review. *International Food Research Journal*.18:11-20.
- ANDERSON, B. 1973. Study on cattle bruising. *Queensland Agricultural Journal* 99: 234–240.
- APPLEBY, M; HUGHES B. 1997. *Animal Welfare*. CAB International. Wallingford, UK. 316p.
- BAGLEY, C. 1997. Beef quality assurance notes (en línea). Utah, Utah State University Consultado 6 ene 2011. Disponible en http://extension.usu.edu/files/publications/factsheet/AH_Beef_03.pdf
- BAGLEY, C. 2001. Realizing the impact of injection site lesions (en línea). Utah, Utah State University Consultado 6 ene 2011. Disponible en http://extension.usu.edu/files/publications/factsheet/AH_Beef_39.pdf
- BATTIFORA, L. 2000. Análisis descriptivo del ganado bovino de carne desde su embarque en distintas provincias de Perú hasta su llegada y posterior proceso en centrosde beneficio en Lima (en línea). Perú, FAO. Consultado 15 ene 2011. Disponible en http://www.hsi.org/assets/pdfs/manejo_ganado_peru.pdf
- BOYLES, S; FISHER, J; FIKE; G. 2002. Cattle handling and working facilities. Ohio, The Ohio State University. Consultado 15 ene. 2011. Disponible en <file:///G:/Articulos%20cientificos/Cattle%20Handling%20and%20Working%20Facilities%20Boyles%20et%20al.htm>
- BROOM, D. 2005. The effects of land transport on animal welfare. *Rev. Sci. Tech* 24(2):683-691.
- CARAVACA, F; CASTEL, J; GUZMÁN, J; DELGADO, M; MENA, Y; ALCALDE, M; GONZÁLEZ, P. 2003. *Bases de la producción animal*. Universidad de Sevilla. España. 512p.
- CASTRO, A. 1984. *Producción bovina*. UNED. Costa Rica. 380p.
- CORFOGA. 2012a. Estadísticas Matanza (en línea). Consultado 7 mar 2012. Disponible en <http://www.corfoga.org/matanza.php>.
- CORFOGA. 2012b. Proyectos (en línea). Consultado 12 mar 2012. Disponible en http://www.corfoga.org/proyecto_clasificacion_de_canales_bovinas.php.
- COMISION EUROPEA. 2002. The welfare of animals during transport. Report of the Scientific Committe on Animal Health and Animal Welfare. 130 p.
- DICONTANZO A.; EUSTICE R. 1998. *Beef quality assurance fundamentals* (en línea). Minnesota, University of Minnesota Extension Service. Consultado 5 ene. 2011. Disponible en <http://www.extension.umn.edu/beef/components/homestudy/lesson6h.PDF>

- FAO (Food and Agriculture Organization). 1991. Guidelines for slaughtering meat cutting and further processing (en línea). Consultado 6 nov. 2011. Disponible en <http://www.fao.org/DOCREP/004/T0279E/T0279E05.htm>
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2001. Guidelines for human handling, transport and slaughter of livestock (en línea). Corporate document responsibility. Consultado 15 ene. 2011. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/003/x6909e/x6909e04.htm>
- GALLO, C.; PÉREZ, S; SANHUEZA, C; BASIC, J. 2000. Efectos del tiempo de transporte de novillos previo al sacrificio sobre el comportamiento, las pérdidas de peso y algunas características de la canal. Archivos de Medicina Veterinaria 32 (2):157-170.
- GALLO, C., ESPINOZA, M., BASIC, J. 2001. Efectos del transporte por camión durante 36 horas, con y sin período de descanso sobre el peso vivo y algunos aspectos de calidad de carne bovina. Archivos de Medicina Veterinaria 33: 43-53.
- GALLO, C. 2003. Evaluación del bienestar animal durante el manejo de bovinos previo al faenamiento en una planta faenadora de carnes. *In*: VI Jornadas Chilenas de Buiatría, Pucón, 26 – 28 de Noviembre 2003. p. 107-108.
- GALLO, C. 2009. Transporte y reposo pre-sacrificio en bovinos y su relación con la calidad de la carne. *In*: Bienestar animal y calidad de la carne: Enfoques químicos y experimentales. Mota, D; Guerrero, I. (Eds.). BM Editores. México. p. 15-36.
- GARZA, J; KAWAS, J. 2008. Factores que influyen en los cortes oscuros en las canales de bovinos (en línea). México, Universidad Autónoma de Nuevo León. Consultado 15 oct. 2011. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/carne_y_subproductos/96-cortes_oscuros.pdf
- GEORGE, M.H., P.E. HEINRICH, D.R. DEXTER, J.B. MORGAN, K.G. ODDE, R.D. GLOCK, J.D. TATUM, G.L. COWMAN AND G.C. SMITH. 1995. Injection site lesions in carcasses produced by cattle receiving injections at branding and weaning. *Journal of Animal Science*.73:32-35.
- GRANDIN, T. 1981. Bruises on southwestern feedlot cattle. *Journal of Animal Science*. 53(Suppl. 1):213.
- GRANDIN, T. 1988. Las actitudes del personal hacia los animales en plantas de faena y locales de remate. *Anthrozoos*. 44: 205-213.
- GRANDIN, T. 1994. Preslaughter handling, stunning and slaughter. *Meat Science* 36:45-56.
- GRANDIN, T. 1995. The economic benefits of proper animal welfare. *In*: 48th Annual reciprocal Meat Conference. American Meat Science Association. 48: 122-127.
- GRANDIN, T. 1996. How to track down the cause of bruising (en línea). Colorado, Colorado State University. Consultado 20 ene. 2011. Disponible en <http://www.grandin.com/references/cause.bruising.html>

- GRANDIN, T. 1997. Evaluación del estrés durante el manejo y el transporte. *Journal of Animal Science*.75: 249-257.
- GRANDIN, T. 1998a. Handling methods and facilities to reduce stress on cattle. *Veterinary Clinics of North America-Food Animal Practice* 14: 325–341.
- GRANDIN, T. 1998b. Reducing handling stress improves both productivity and welfare. *The Professional Animal Scientist*.14:1-10
- GRANDIN, T. 1999a. Behavioral principles of livestock handling. Colorado, Colorado State University. Consultado 6 ene. 2011. Disponible en <http://www.grandin.com/references/new.corral.html>
- GRANDIN, T. 1999b. Buenas prácticas de trabajo para el manejo e insensibilización de animales (en línea). Colorado State University. Consultado 6 ene. 2011. Disponible en <http://www.grandin.com/spanish/Buenas.practicas.html>
- GRANDIN, T. 2000a. El Ganado arisco y la carne oscura: cómo minimizar su impacto (en línea). Colorado. Consultado 6 ene. 2011. Disponible en <http://www.grandin.com/spanish/ganado.arisco.html>
- GRANDIN, T. 2000b. Beef cattle behavior, handling and facilities design. *Grandin Livestock Systems*, 2ª Ed. Colorado State University. 226 p.
- GRANDIN, T. 2000c. Las contusiones en el ganado engordado a corral y a campo. *In: LXXIX Reunión Anual del Livestock Conservation Institute*, 5-7 de abril de 1995. *In: Proceedings, Livestock Conservation Institute (1995)*, pp. 193-201.
- GRANDIN, T. 2001. Antemortem handling and welfare. *In Meat Science and applications*. Hui, Y; Nip, W; Rogers Robert (Eds). Marcel Dekker. NY. 710p.
- GRANDIN, T. 2002. Animals are not things: A view on animal welfare based on neurological complexity (en línea). Colorado, Colorado State University. Consultado 20 ene. 2011. Disponible en <http://www.grandin.com/welfare/animals.are.not.things.html>
- GRANDIN, T. 2003. Good Management Practices for Animal Handling and Stunning (en línea). Colorado, American Meat Institute Foundation. Consultado 27 ene. 2011. Disponible en <http://www.grandin.com/ami.audit.guidelines.html>
- GRANDIN, T. 2004. Principles of the design of handling facilities and transport systems. *In: The well-being of farm animals: challenges and solutions*. Blackwell Publishing. Iowa, USA. 378p.
- GRANDIN, T. 2008. Cattle transport guidelines for meat packers, feedlots and ranchers (en línea). Colorado, Colorado State University. Consultado 27 ene. 2011. Disponible en <http://www.grandin.com/meat.association.institute.html>
- GRANDIN, T. sf. Non slip flooring for livestock handling (en línea). Colorado, Colorado State University. Consultado 27 ene. 2011. Disponible en <http://www.grandin.com/design/non.slip.flooring.html>
- GREGORY, N. 1988. Human slaughter. *In: Proceedings of the 34th International Congress of Meat Science and Technology*, CSIRO, Brisbane, Australia. 27p.

- HAMDY, M; KUNKLE, L; DEATHERAGE, F. 1957. Bruised tissue II. Determination of the age of a bruise. *Journal of Animal Science* 16: 490-495
- HANSON, D; KIRCHOFER, K; CALKINS, C. 2001. The role of muscle glycogen in dark cutting beef (en línea). Nebraska, University of Nebraska. Consultado 15 ene. 2011. Disponible en <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1297&context=animalscinbcr>
- HALE, D. 2006. Animal handling issues for beef. *In: Proceedings of the 59th American Meat Science Association. Reciprocal Meat Conference. Champaign-Urbana. Illinois. p.73-74.*
- HERRERA, M; BATISTA J. 2004. Determinación del impacto económico producido por lesiones en la canal bovina durante su manejo precosecha (en línea). San José, CORFOGA. Consultado 5 ene. 2011. Disponible en http://www.corfoga.org/images/public/documentos/pdf/lesiones_2004.pdf
- HUERTAS, S; GIL, A. 2002. Efecto del manejo prefaena en la calidad de las canales bovinas del Uruguay (en línea). Consultado 27 ene. 2011. Disponible en: http://www.bienestaranimal.org.uy/files/n_3.pdf
- HUERTAS, S; CORREA, P; SUANES, A; DE FREITAS, J; ZAFFARONI, R; INVERNIZZI, I; CERNICCHIARO, N; GIL, A. 2003. Efecto de las lesiones por inyectables en la calidad de la carne bovina (en línea). Chile, VI Jornadas Chilenas de Buiatría. Consultado 6 oct. 2011. Disponible en: http://www.bienestaranimal.org.uy/files/i_2.pdf
- JARRIGE, R; BÉRANGER, C. 1992. Beef cattle production. Elsevier Science Publishers. Amsterdam, The Netherlands. 487p.
- JARVIS, M; COCKRAM, S. 1994. Effects of handling and transport on bruising of sheep sent directly from farms to slaughter. *Veterinary Record* 135(11): 523-527.
- JARVIS, M; SELKIRK, L; COCKRAM, S. 1995. The influence of source, sex class and preslaughter handling on the bruising of cattle at two slaughter houses. *Livestock Production Science* 43:215-224.
- JIMÉNEZ, E. 2005. Cualificación y cuantificación de lesiones, su impacto económico y seguimiento de su origen en canal bovina (en línea). Costa Rica, CORFOGA. Consultado 3 ene. 2011. Disponible en http://www.corfoga.org/images/public/documentos/pdf/lesiones_2005.pdf
- LANIER, L; GRANDIN, T; GREEN, D; AVERY, D; MCGEE, K. 2000. The relationship between reaction to sudden, intermittent movements, sounds and temperament. *J. Anim Sci.* 78: 1467-1474.
- LENSINK, J; FERNÁNDEZ, X; COZZI, G; FLORAND, L; VEISSIER, I. 2001. The influence of farmers behavior on calves reactions to transport and quality of veal meat. *J. Anim. Sci.* 79: 642-652.
- MANUAL MERCK DE VETERINARIA. 2000. 5 ed. Editorial OCEANO SL, Barcelona, España. 906p.

- MILLS, D; MARCHANT-FORDE, J; MCGREEVY, P. MORTON, D; NICOL, C; PHILLIPS, C; SANODE, P; SWAISGOOD, S. 2010. The Encyclopedia of Applied Animal Behavior and Welfare. CAB International. United Kingdom. 685p.
- MINKA, S; AYO, O. 2007. Effects of loading behavior and road transport stress on traumatic injuries in cattle transported by road during the hoy-dry season. *Livestock Science*.107: 91-95.
- MOLINA, R; ARROYO, C; MOLINA, J. 2011. Determinación de la cantidad y de sacrificio de hembras bovinas en Coopemontecillos. Datos sin publicar.
- MORA, D; QUIRÓS A. 2006. Establecimiento de un sistema de análisis de lesiones en canales bovinas de Costa Rica. Tesis para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Agronómica con énfasis en Zootecnia. San José, CR. 75p.
- MORENO, A. 2002. Determinación del impacto económico de las lesiones en la canal bovina: factores precosecha (en línea). Costa Rica, CORFOGA. Consultado 5 ene. 2011. Disponible en: http://www.corfoga.org/images/public/documentos/pdf/impacto_economico_de_las_lesiones_en_la_canal_bovina.pdf
- NEWTON, K; GILL, C. 1978. Storage quality of dark, firm and dry meat. *Applied and Environmental Microbiology*. 2(36): 375-376.
- OIE. 2005. Organización Mundial de Sanidad Animal. Código Sanitario para los Animales Terrestres, 2005. Directrices para el sacrificio de animales destinados al consumo humano, anexo 3.7.5.
- OLIVIERA, R. 2002. Humane slaughter of bovine: First virtual global conference on organic beef cattle production (en línea). Brasil, Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial – FCA- UNESP. Consultado 15 ene. 2011. Disponible en <http://www.cpap.embrapa.br/agencia/congressovirtual/pdf/ingles/02en03.pdf>
- O'NEILL, D; LYNCH, P; TROY, D; BUCKLEY, D; KERRY, J. 2003. Influence of the time of year on the incidence of PSE and DFD in Irish pigmeat. *Meat Science* 64: 105-111.
- PÉREZ, E; ARRÚA, V. 2002 Valoración económica y social del efecto del tórsalo en América Centra (en línea). Costa Rica, CORFOGA-Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Consultado 16 mar. 2011. Disponible en: http://www.corfoga.org/images/public/documentos/pdf/revista/el_torsalo_causa_graves_perdidas_a_la_ganaderia.pdf
- SCANGA, J; BELK, K; TATUM, J. GRANDIN, T. SMITH, G. 1998. Factors contributing to the incidence of dark cutting beef. *Journal of Animal Science* 76: 2040-2047.
- SENASA (SERVICIO NACIONAL DE SALUD ANIMAL). 2011. Reglamento Sanitario de Inspección Veterinaria de Mataderos, Producción y Procesamiento de Carnes 29588-MAG-S (en línea). Consultado 1 nov. 2011. Disponible en:

<http://www.senasa.go.cr/senasaweb/Documentos/legislacion/29588-MAG-S.htm>

- STRAPPINI, AC; METZ, J; GALLO, C; KEMP, B. 2009. Origin and assessment of bruises at slaughter. *Animal* 3: 728-736.
- SUANES, A; HUERTAS, S; ZAFFARONI, R; DE FREITAS, J; VILA, F; CERNICHIA-RO, N; PIAGGIO J, NUÑEZ, A; GIL, A. 2003. Desarrollo de un método para medir lesiones traumáticas en canales bovinas en establecimientos de faena. 2003. In: XXXI Jornadas Uruguayas de Buiatría. p. 11-13.
- SWATLAND, H. Slaughtering. Consultado 20 feb. 2011. Disponible en: http://www.aps.uoguelph.ca/~swatland/ch1_9.htm
- TARRANT, V; KENNY, J; HARRINGTON, D; MURPHY, M. 1992. Long distance transportation of steers to slaughter: effect of stocking density on physiology, behavior and carcass quality. *Livest Prod Sci.* 30:223-238.
- TARRANT, V; GRANDIN, T. 2000. Cattle transport. In: *Livestock handling of transport* T.Grandin (Ed). 2ed. CAB International. Walliford, UK. p. 151-173.
- VALENZUELA, R. 2010. Descripción de las contusiones bovinas utilizando una nueva pauta de evaluación. Tesis para optar por el Grado Académico de Médico Veterinario. Chile. Universidad de Ciencias Veterinarias. 46p.
- VILLALOBOS, L. 2007. Diagnóstico de carencias en el sistema de transporte de bovinos en Costa Rica en cuanto a medidas de bienestar animal. Proyecto de Graduación para optar por el Grado Académico de Licenciatura en Medicina Veterinaria. Heredia, C. R. UNA. 56p.
- VOISINET, B; GRANDIN, T; O'CONNOR, S; TATUM, J; DEERING M. 1997. *Bos indicus* cattle with excitable temperaments have tougher meat and a higher incidence of borderline dark cutters. *Meat Science* 46:367–377.
- WYTHES, J; 1985. Bruising in beef cattle slaughtered at an abattoir in Southern Queensland. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry.*25: 727-733
- WYTHES, J. SHORTHOSE, W. 1991. Chronological age and dentition effects on carcass and meat quality of cattle in Northern Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture.* 31: 145–152.

Anexo 2. Hoja de recolección de datos en punto “B”- Retiro de lesiones punto 2.

| Fecha: | | Punto B | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-----|---------|--------|-------------|-------|--------------|--------|---------|--------|-------------|--------------|-------|----------------|------|
| Registro: | Les | Peso | Les | Peso | Les | Peso | Les | Peso | Les | Peso | Les | Peso | Les | Peso |
| # | Can | Lomito | Lomo A | Cab. Vuelta | Falda | Cacho vuelta | Bolita | Punta S | Solomo | Mano piedra | Posta cuarto | Raton | Cuarto trasero | |
| 0 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | | | | | | | |
| 35 | | | | | | | | | | | | | | |
| 36 | | | | | | | | | | | | | | |
| 37 | | | | | | | | | | | | | | |
| 38 | | | | | | | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | | | | | | | |
| 41 | | | | | | | | | | | | | | |
| 42 | | | | | | | | | | | | | | |
| 43 | | | | | | | | | | | | | | |
| 44 | | | | | | | | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | | | | | | | | |
| 46 | | | | | | | | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | | | | | | | | |
| 48 | | | | | | | | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | | | | | | | |
| 51 | | | | | | | | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | | | | | | | | |
| 59 | | | | | | | | | | | | | | |
| 60 | | | | | | | | | | | | | | |
| 61 | | | | | | | | | | | | | | |
| 62 | | | | | | | | | | | | | | |
| 63 | | | | | | | | | | | | | | |
| 64 | | | | | | | | | | | | | | |
| 65 | | | | | | | | | | | | | | |
| 66 | | | | | | | | | | | | | | |
| 67 | | | | | | | | | | | | | | |
| 68 | | | | | | | | | | | | | | |
| 69 | | | | | | | | | | | | | | |
| 70 | | | | | | | | | | | | | | |
| 71 | | | | | | | | | | | | | | |
| 72 | | | | | | | | | | | | | | |
| 73 | | | | | | | | | | | | | | |
| 74 | | | | | | | | | | | | | | |
| 75 | | | | | | | | | | | | | | |
| 76 | | | | | | | | | | | | | | |
| 77 | | | | | | | | | | | | | | |
| 78 | | | | | | | | | | | | | | |
| 79 | | | | | | | | | | | | | | |
| 80 | | | | | | | | | | | | | | |
| 81 | | | | | | | | | | | | | | |
| 82 | | | | | | | | | | | | | | |
| 83 | | | | | | | | | | | | | | |
| 84 | | | | | | | | | | | | | | |
| 85 | | | | | | | | | | | | | | |
| 86 | | | | | | | | | | | | | | |
| 87 | | | | | | | | | | | | | | |
| 88 | | | | | | | | | | | | | | |
| 89 | | | | | | | | | | | | | | |
| 90 | | | | | | | | | | | | | | |
| 91 | | | | | | | | | | | | | | |
| 92 | | | | | | | | | | | | | | |
| 93 | | | | | | | | | | | | | | |
| 94 | | | | | | | | | | | | | | |
| 95 | | | | | | | | | | | | | | |
| 96 | | | | | | | | | | | | | | |
| 97 | | | | | | | | | | | | | | |
| 98 | | | | | | | | | | | | | | |
| 99 | | | | | | | | | | | | | | |
| 100 | | | | | | | | | | | | | | |

Anexo 5. Salida de programa SPSS® (versión 20.0, 2011) para análisis de varianza de variable dependiente: Retiro Carne por Trauma.

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: RetiroTrauma

| Origen | Suma de cuadrados tipo III | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|----------------------------|------|------------------|--------|------|
| Modelo corregido | 957158702.440 ^a | 116 | 8251368,124 | 6,112 | ,000 |
| Intersección | 11867429,939 | 1 | 11867429,939 | 8,790 | ,003 |
| Chofer | 426190265,626 | 93 | 4582691,028 | 3,394 | ,000 |
| Rejilla | 10064966,058 | 1 | 10064966,058 | 7,455 | ,006 |
| Cama | 19495603,155 | 5 | 3899120,631 | 2,888 | ,013 |
| Rejilla * Cama | 6788714,578 | 4 | 1697178,644 | 1,257 | ,285 |
| Sexo | 23866851,132 | 1 | 23866851,132 | 17,677 | ,000 |
| Edad | 61326970,619 | 4 | 15331742,655 | 11,356 | ,000 |
| Musculo | 22923311,357 | 3 | 7641103,786 | 5,660 | ,001 |
| Grasa | 18653950,137 | 2 | 9326975,069 | 6,908 | ,001 |
| T. viaje | 28079334,799 | 1 | 28079334,799 | 20,798 | ,000 |
| Distancia viaje | 28949701,465 | 1 | 28949701,465 | 21,442 | ,000 |
| Km/hora | 23058826,856 | 1 | 23058826,856 | 17,079 | ,000 |
| Error | 2744809890,309 | 2033 | 1350127,836 | | |
| Total | 4648075179,000 | 2150 | | | |
| Total corregida | 3701968592,748 | 2149 | | | |

a. R cuadrado = .259 (R cuadrado corregida = .216)

Anexo 6. Salida de programa SPSS® (versión 20.0, 2011) para análisis de varianza de variable dependiente: retiro carne por trauma de Antigüedad tipo 1.

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Antigüedad 1

| Origen | Suma de cuadrados tipo III | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|----------------------------|------|------------------|--------|------|
| Modelo corregido | 629580948.264 ^a | 110 | 5723463,166 | 2,951 | ,000 |
| Intersección | 5173356,277 | 1 | 5173356,277 | 2,667 | ,103 |
| Chofer | 396831984,565 | 91 | 4360791,039 | 2,248 | ,000 |
| Rejilla | 13073809,329 | 1 | 13073809,329 | 6,740 | ,010 |
| Cama | 9067294,450 | 5 | 1813458,890 | ,935 | ,457 |
| T.viaje | 21085433,044 | 1 | 21085433,044 | 10,870 | ,001 |
| Distanciaviaje | 22534753,399 | 1 | 22534753,399 | 11,617 | ,001 |
| Kmhora | 14858482,029 | 1 | 14858482,029 | 7,660 | ,006 |
| Sexo | 2026152,124 | 1 | 2026152,124 | 1,045 | ,307 |
| Edad | 18842909,497 | 4 | 4710727,374 | 2,429 | ,046 |
| Musculo | 26047159,208 | 3 | 8682386,403 | 4,476 | ,004 |
| grasa | 20810189,219 | 2 | 10405094,609 | 5,364 | ,005 |
| Error | 2003774861,341 | 1033 | 1939762,692 | | |
| Total | 3860680202,000 | 1144 | | | |
| Total corregida | 2633355809,605 | 1143 | | | |

Anexo 7. Salida de programa SPSS® (versión 20.0, 2011) para estimaciones y comparaciones por pares de variable: Rejilla, para variable dependiente: Retiro Carne por Trauma.

Estimaciones

Variable dependiente: RetiroTrauma

| Rejilla | Media | Error típ. | Intervalo de confianza 95% | |
|---------|----------------------|------------|----------------------------|-----------------|
| | | | Límite inferior | Límite superior |
| 1 | 977.101 ^a | 174,037 | 635,793 | 1318,410 |
| 2 | -38.959 ^a | 214,606 | -459,830 | 381,911 |

a. Las covariables que aparecen en el modelo se evalúan en los siguiente valores: T.viaje = 5.392870, Distanciaviaje = 129.492140, Kmhora = 24.424255.

Comparaciones por pares

Variable dependiente: RetiroTrauma

| (I)Rejilla | Diferencia de medias (I-J) | Error típ. | Sig. ^b | Intervalo de confianza al 95 % para la diferencia ^b | |
|------------|----------------------------|------------|-------------------|--|-----------------|
| | | | | Límite inferior | Límite superior |
| 1 2 | 1016.061 [*] | 269,978 | ,000 | 486,598 | 1545,523 |
| 2 1 | -1016.061 [*] | 269,978 | ,000 | -1545,523 | -486,598 |

Basadas en las medias marginales estimadas.

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

b. Ajuste para comparaciones múltiples: Bonferroni.

Anexo 8. Salida de programa SPSS® (versión 20.0, 2011) para estimaciones y comparaciones por pares de variable: Cama, para variable dependiente: Retiro Carne por Trauma.

Comparaciones por pares

Variable dependiente: RetiroTrauma

| (I)Cama | Diferencia de medias (I-J) | Error típ. | Sig. ^b | Intervalo de confianza al 95 % para la diferencia ^b | |
|---------|----------------------------|------------|-------------------|--|-----------------|
| | | | | Límite inferior | Límite superior |
| 1 2 | 614.920* | 196,315 | ,002 | 229,921 | 999,919 |
| 6 | 633.080* | 301,883 | ,036 | 41,049 | 1225,112 |
| 7 | -119,878 | 369,390 | ,746 | -844,300 | 604,544 |
| 12 | -,501 | 161,795 | ,998 | -317,802 | 316,799 |
| 2 1 | -614.920* | 196,315 | ,002 | -999,919 | -229,921 |
| 6 | 18,160 | 288,298 | ,950 | -547,230 | 583,550 |
| 7 | -734,798 | 392,051 | ,061 | -1503,660 | 34,064 |
| 12 | -615.422* | 219,481 | ,005 | -1045,853 | -184,991 |
| 6 1 | -633.080* | 301,883 | ,036 | -1225,112 | -41,049 |
| 2 | -18,160 | 288,298 | ,950 | -583,550 | 547,230 |
| 7 | -752,958 | 428,290 | ,079 | -1592,889 | 86,973 |
| 12 | -633,582 | 339,053 | ,062 | -1298,508 | 31,344 |
| 7 1 | 119,878 | 369,390 | ,746 | -604,544 | 844,300 |
| 2 | 734,798 | 392,051 | ,061 | -34,064 | 1503,660 |
| 6 | 752,958 | 428,290 | ,079 | -86,973 | 1592,889 |
| 12 | 119,376 | 399,532 | ,765 | -664,157 | 902,910 |
| 12 1 | ,501 | 161,795 | ,998 | -316,799 | 317,802 |
| 2 | 615.422* | 219,481 | ,005 | 184,991 | 1045,853 |
| 6 | 633,582 | 339,053 | ,062 | -31,344 | 1298,508 |
| 7 | -119,376 | 399,532 | ,765 | -902,910 | 664,157 |

Basadas en las medias marginales estimadas.

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

b. Ajuste para comparaciones múltiples: Diferencia menos significativa (equivalente a la ausencia de ajuste).

Estimaciones

Variable dependiente: RetiroTrauma

| Cama | Media | Error típ. | Intervalo de confianza 95% | |
|------|----------------------|------------|----------------------------|-----------------|
| | | | Límite inferior | Límite superior |
| 1 | 756.499 ^a | 152,479 | 457,468 | 1055,530 |
| 2 | 141.579 ^a | 195,883 | -242,573 | 525,730 |
| 6 | 123.419 ^a | 296,254 | -457,574 | 704,412 |
| 7 | 876.377 ^a | 343,720 | 202,297 | 1550,456 |
| 12 | 757.000 ^a | 198,349 | 368,013 | 1145,988 |

a. Las covariables que aparecen en el modelo se evalúan en los siguiente valores: T.viaje = 5.391126, Distanciaviaje = 129.492140, Kmhora = 24.424217.

Anexo 9. Salida de programa SPSS® (versión 20.0, 2011) para estimaciones y comparaciones por pares de variable: Sexo, para variable dependiente: Retiro Carne por Trauma.

Estimaciones

Variable dependiente: RetiroTrauma

| Sexo | Media | Error típ. | Intervalo de confianza 95% | |
|------|----------------------|------------|----------------------------|-----------------|
| | | | Límite inferior | Límite superior |
| 1 | 305.587 ^a | 148,493 | 14,372 | 596,802 |
| 2 | 632.555 ^a | 147,820 | 342,660 | 922,449 |

a. Las covariables que aparecen en el modelo se evalúan en los siguiente valores: T.viaje = 5.392870, Distanciaviaje = 129.492140, Kmhora = 24.424255.

Comparaciones por pares

Variable dependiente: RetiroTrauma

| (I)Sexo | Diferencia de medias (I-J) | Error típ. | Sig. ^b | Intervalo de confianza al 95 % para la diferencia ^b | |
|---------|----------------------------|------------|-------------------|--|-----------------|
| | | | | Límite inferior | Límite superior |
| 1 2 | -326.968 | 89,449 | ,000 | -502,389 | -151,546 |
| 2 1 | 326.968 [*] | 89,449 | ,000 | 151,546 | 502,389 |

Basadas en las medias marginales estimadas.

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

b. Ajuste para comparaciones múltiples: Bonferroni.

Anexo 10. Salida de programa SPSS® (versión 20.0, 2011) para estimaciones y comparaciones por pares de variable: Edad, para variable dependiente: Retiro Carne por Trauma.

Comparaciones por pares

Variable dependiente: RetiroTrauma

| (I)Edad | Diferencia de medias (I-J) | Error típ. | Sig. ^b | Intervalo de confianza al 95 % para la diferencia ^b | |
|---------|----------------------------|------------|-------------------|--|-----------------|
| | | | | Límite inferior | Límite superior |
| 1 2 | -95,806 | 108,646 | 1,000 | -401,111 | 209,500 |
| 4 | -214,167 | 112,313 | ,567 | -529,778 | 101,445 |
| 6 | -69,678 | 124,029 | 1,000 | -418,213 | 278,856 |
| 8 | -600.685* | 119,336 | ,000 | -936,030 | -265,340 |
| 2 1 | 95,806 | 108,646 | 1,000 | -209,500 | 401,111 |
| 4 | -118,361 | 80,270 | 1,000 | -343,926 | 107,204 |
| 6 | 26,127 | 96,337 | 1,000 | -244,588 | 296,843 |
| 8 | -504.880* | 91,629 | ,000 | -762,367 | -247,392 |
| 4 1 | 214,167 | 112,313 | ,567 | -101,445 | 529,778 |
| 2 | 118,361 | 80,270 | 1,000 | -107,204 | 343,926 |
| 6 | 144,488 | 92,496 | 1,000 | -115,434 | 404,410 |
| 8 | -386.519* | 89,619 | ,000 | -638,357 | -134,680 |
| 6 1 | 69,678 | 124,029 | 1,000 | -278,856 | 418,213 |
| 2 | -26,127 | 96,337 | 1,000 | -296,843 | 244,588 |
| 4 | -144,488 | 92,496 | 1,000 | -404,410 | 115,434 |
| 8 | -531.007* | 97,226 | ,000 | -804,222 | -257,792 |
| 8 1 | 600.685* | 119,336 | ,000 | 265,340 | 936,030 |
| 2 | 504.880* | 91,629 | ,000 | 247,392 | 762,367 |
| 4 | 386.519* | 89,619 | ,000 | 134,680 | 638,357 |
| 6 | 531.007* | 97,226 | ,000 | 257,792 | 804,222 |

Basadas en las medias marginales estimadas.

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

b. Ajuste para comparaciones múltiples: Bonferroni.

Estimaciones

Variable dependiente: RetiroTrauma

| Edad | Media | Error típ. | Intervalo de confianza 95% | |
|------|----------------------|------------|----------------------------|-----------------|
| | | | Límite inferior | Límite superior |
| 1 | 273.004 ^a | 161,486 | -43,692 | 589,699 |
| 2 | 368.809 ^a | 154,394 | 66,023 | 671,595 |
| 4 | 487.170 ^a | 153,618 | 185,905 | 788,435 |
| 6 | 342.682 ^a | 158,833 | 31,190 | 654,174 |
| 8 | 873.689 ^a | 147,818 | 583,799 | 1163,579 |

a. Las covariables que aparecen en el modelo se evalúan en los siguiente valores: T.viaje = 5.392870, Distanciaviaje = 129.492140, Kmhora = 24.424255.

Anexo 11. Salida de programa SPSS® (versión 20.0, 2011) para estimaciones y comparaciones por pares de variable: Músculo, para variable dependiente: Retiro Carne por Trauma.

Estimaciones

Variable dependiente: RetiroTrauma

| Musculo | Media | Error típ. | Intervalo de confianza 95% | |
|---------|----------------------|------------|----------------------------|-----------------|
| | | | Límite inferior | Límite superior |
| 1 | 557.179 ^a | 381,737 | -191,455 | 1305,814 |
| 2 | 287.246 ^a | 113,412 | 64,831 | 509,661 |
| 3 | 459.012 ^a | 112,725 | 237,943 | 680,081 |
| 4 | 820.462 ^a | 151,218 | 523,904 | 1117,020 |

a. Las covariables que aparecen en el modelo se evalúan en los siguiente valores:
T.viaje = 5.391126, Distanciaviaje = 129.492140, Kmhora = 24.424217.

Comparaciones por pares

Variable dependiente: RetiroTrauma

| (I)Musculo | Diferencia de medias (I-J) | Error típ. | Sig. ^b | Intervalo de confianza al 95 % para la diferencia ^b | |
|------------|----------------------------|------------|-------------------|--|-----------------|
| | | | | Límite inferior | Límite superior |
| 1 2 | 269,934 | 368,738 | ,464 | -453,208 | 993,075 |
| 1 3 | 98,167 | 371,968 | ,792 | -631,310 | 827,645 |
| 1 4 | -263,283 | 386,469 | ,496 | -1021,198 | 494,633 |
| 2 1 | -269,934 | 368,738 | ,464 | -993,075 | 453,208 |
| 2 3 | -171.766 [*] | 72,418 | ,018 | -313,787 | -29,745 |
| 2 4 | -533.216 [*] | 128,087 | ,000 | -784,412 | -282,020 |
| 3 1 | -98,167 | 371,968 | ,792 | -827,645 | 631,310 |
| 3 2 | 171.766 [*] | 72,418 | ,018 | 29,745 | 313,787 |
| 3 4 | -361.450 [*] | 109,103 | ,001 | -575,415 | -147,485 |
| 4 1 | 263,283 | 386,469 | ,496 | -494,633 | 1021,198 |
| 4 2 | 533.216 [*] | 128,087 | ,000 | 282,020 | 784,412 |
| 4 3 | 361.450 [*] | 109,103 | ,001 | 147,485 | 575,415 |

Basadas en las medias marginales estimadas.

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

b. Ajuste para comparaciones múltiples: Diferencia menos significativa (equivalente a la ausencia de ajuste).

Anexo 12. Salida de programa SPSS® (versión 20.0, 2011) para estimaciones y comparaciones por pares de variable: Grasa, para variable dependiente: Retiro Carne por Trauma.

Estimaciones

Variable dependiente: RetiroTrauma

| Grasa | Media | Error típ. | Intervalo de confianza 95% | |
|-------|----------------------|------------|----------------------------|-----------------|
| | | | Límite inferior | Límite superior |
| 1 | 368.206 ^a | 121,942 | 129,062 | 607,349 |
| 2 | 603.874 ^a | 126,907 | 354,993 | 852,755 |
| 3 | 435.133 ^a | 265,960 | -86,448 | 956,714 |

a. Las covariables que aparecen en el modelo se evalúan en los siguientes valores: T.viaje = 5.392870, Distanciaviaje = 129.492140, Kmhora = 24.424255.

Comparaciones por pares

Variable dependiente: RetiroTrauma

| (I)Grasa | Diferencia de medias (I-J) | Error típ. | Sig. ^b | Intervalo de confianza al 95 % para la diferencia ^b | |
|----------|----------------------------|------------|-------------------|--|-----------------|
| | | | | Límite inferior | Límite superior |
| 1 2 | -235.668 | 66,919 | ,001 | -396,004 | -75,333 |
| 1 3 | -66,928 | 248,960 | 1,000 | -663,426 | 529,571 |
| 2 1 | 235.668 [*] | 66,919 | ,001 | 75,333 | 396,004 |
| 2 3 | 168,741 | 243,141 | 1,000 | -413,815 | 751,296 |
| 3 1 | 66,928 | 248,960 | 1,000 | -529,571 | 663,426 |
| 3 2 | -168,741 | 243,141 | 1,000 | -751,296 | 413,815 |

Basadas en las medias marginales estimadas.

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

b. Ajuste para comparaciones múltiples: Bonferroni.

Anexo 13. Salida de programa SPSS® (versión 20.0, 2011) para estimaciones de los parámetros con variable dependiente: Retiro Carne por Trauma.

Estimaciones de los parámetros

Variable dependiente: RetiroTrauma

| Parámetro | B | Error típ. | t | Sig. | Intervalo de confianza 95% | |
|----------------|----------------|------------|--------|------|----------------------------|-----------------|
| | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| Intersección | -359,587 | 566,288 | -,635 | ,526 | -1470,150 | 750,976 |
| [Rejilla=1] | 1016,061 | 269,978 | 3,763 | ,000 | 486,598 | 1545,523 |
| [Rejilla=2] | 0 ^a | | | | | |
| [Cama=1] | 6,726 | 162,316 | ,041 | ,967 | -311,597 | 325,049 |
| [Cama=2] | -642,693 | 243,627 | -2,638 | ,008 | -1120,478 | -164,908 |
| [Cama=4] | -575,218 | 256,722 | -2,241 | ,025 | -1078,684 | -71,752 |
| [Cama=6] | -600,765 | 350,380 | -1,715 | ,087 | -1287,905 | 86,374 |
| [Cama=7] | 127,141 | 399,592 | ,318 | ,750 | -656,510 | 910,792 |
| [Cama=12] | 0 ^a | | | | | |
| T.viaje | 412,311 | 81,307 | 5,071 | ,000 | 252,857 | 571,764 |
| Distanciaviaje | -11,937 | 2,448 | -4,876 | ,000 | -16,738 | -7,136 |
| Km/hora | 56,653 | 13,146 | 4,310 | ,000 | 30,872 | 82,434 |
| [Sexo=1] | -326,968 | 89,449 | -3,655 | ,000 | -502,389 | -151,546 |
| [Sexo=2] | 0 ^a | | | | | |
| [Edad=1] | -600,685 | 119,336 | -5,034 | ,000 | -834,718 | -366,653 |
| [Edad=2] | -504,880 | 91,629 | -5,510 | ,000 | -684,577 | -325,182 |
| [Edad=4] | -386,519 | 89,619 | -4,313 | ,000 | -562,273 | -210,764 |
| [Edad=6] | -531,007 | 97,226 | -5,462 | ,000 | -721,680 | -340,334 |
| [Edad=8] | 0 ^a | | | | | |
| [Musculo=1] | -259,829 | 386,710 | -,672 | ,502 | -1018,218 | 498,560 |
| [Musculo=2] | -530,500 | 128,472 | -4,129 | ,000 | -782,451 | -278,549 |
| [Musculo=3] | -359,767 | 109,254 | -3,293 | ,001 | -574,028 | -145,506 |
| [Musculo=4] | 0 ^a | | | | | |
| [grasa=1] | -66,928 | 248,960 | -,269 | ,788 | -555,171 | 421,315 |
| [grasa=2] | 168,741 | 243,141 | ,694 | ,488 | -308,090 | 645,571 |
| [grasa=3] | 0 ^a | | | | | |

a. Al parámetro se le ha asignado el valor cero porque es redundante.

Anexo 14. Comparación de estudios de lesiones en bovino realizados en diferentes años en Coopemontecillos R.L., Alajuela, Costa Rica.

| | Moreno 2002 | Herrera y Batista 2004 | Jiménez 2005 | Mora y Quirós 2006 | **Estudio 2011 |
|--|----------------|---------------------------|-----------------|-----------------------|-------------------|
| # animales muestreados | 5.864 | 13.723 | 4.637 | 1.072 | 2.245 |
| % canales con lesiones retiradas | 13,3 | 15,1 | 21 | 40 | 67,9 |
| % canales con presencia de lesiones | — | — | 42 | — | 91 |
| % hembras con lesiones retiradas | 66 | 68 | 56 | 72 | 67,2 |
| % machos con lesiones retiradas | 34 | 32 | 44 | 28 | 32,8 |
| Causantes de lesiones | *T, I | *T, I | *T, I, P, F | *T, I, P | *T, I, P, F |
| Peso promedio de lesión por canal (kg) | 2,7 | 1,5 | 1,04 | 0,97 | ♂ 0,43 ♀ 1,20 |
| Pérdidas por canal (\$USD) | \$5 | \$2,8 | \$2.1 | \$1,5 | ♂ 1,17 ♀ 2,83 |

** Estudio realizado por los postulantes.