

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN CIENCIAS VETERINARIAS



**FACTORES DE RIESGO EN EMBARQUE, TRANSPORTE Y DESEMBARQUE
ASOCIADOS A CONTUSIONES EN LA CANAL Y CALIDAD DE LA CARNE EN
BOVINOS SACRIFICADOS DURANTE EL INVIERNO EN CLIMA TROPICAL
SECO**

TESIS

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN
CIENCIAS VETERINARIAS**

PRESENTA

M.V.Z PEDRO MENDOZA PERAZA

DIRECTOR DE TESIS

PH.D. CRISTINA PÉREZ LINARES

CO-DIRECTOR DE TESIS

PH.D. FRANCISCO GERARDO RÍOS RINCÓN

MEXICALI, BAJA CALIFORNIA

DICIEMBRE, 2017

Factores de Riesgo en Embarque, Transporte y Desembarque Asociados a Contusiones en la Canal y Calidad de la Carne en Bovinos Sacrificados Durante el Invierno en clima tropical seco Tesis presentada por Pedro Mendoza Peraza como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ciencias Veterinarias, que ha sido aprobada por el comité particular indicado:

Ph.D. Cristina Pérez Linares
Director de tesis

Ph.D Francisco Gerardo Ríos Rincón
Co-Director de Tesis

Dra. Beatriz Isabel Castro Pérez
Sinodal

Ph.D. Fernando Figueroa Saavedra
Sinodal

Dr. Alberto Barreras Serrano
Sinodal

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a mis padres Pedro Mendoza y María Luisa Peraza que me brindaron su cariño y apoyo durante mi formación profesional. En todo momento los llevo conmigo.

Agradezco a mis asesores, al Dr. Fernando Figueroa Saavedra y a la Dra. Cristina Pérez Linares, por su paciencia, amabilidad y dedicación que me brindaron durante todo este tiempo en la elaboración de este trabajo apoyándome con sus conocimientos y sobre todo que me brindaron su amistad.

Mi total y sincero agradecimiento al Dr. Francisco Gerardo Ríos Rincón, me dio la oportunidad de poder ser su asesorado, demostrándose siempre comprometido con mi persona para lograr mejores resultados, por todas su enseñanza, conocimiento y tiempo compartido, atendiendo siempre a las peticiones e inquietudes que se presentaron en este camino y por su gran valor como profesionista y persona.

Al Dr. Alberto Barreras Serrano por su apoyo incondicional, además hizo más fácil el camino del saber con sus clases, aportando cosas buenas y productivas para enriquecer mis conocimientos.

A la Dra. Beatriz Isabel Castro Pérez que siempre se mostró muy accesible ante cualquier inquietud que por este corto periodo fueron apareciendo.

A la Universidad Autónoma de Baja California, al Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias que ha abierto sus puertas para realizar este proyecto y por darme las condiciones necesarias para llevarlo a cabo.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por brindarme el apoyo económico necesario para lograr este avance profesional.

DEDICATORIA

Dedico con todo mi amor y cariño nuevamente a mis padres por su sacrificio y esfuerzo, por darme una carrera para mi futuro y por creer en mi capacidad.

A mis hermanos, Karen por sus consejos y que fue la primera profesionista en mi familia, fue mi ejemplo a seguir para mi formación. A mi hermano y colega Julio Cesar que compartimos esta noble y bonita carrera de Médico Veterinario y Zootecnista.

Dedico también a una gran mujer dedicada y luchadora por su familia, una admirable persona que entrega todo por los que ama, esa es mi abuela Ofelia Alcaraz; que durante el desarrollo y realización de esta tesis, fue un pilar importante tanto de inspiración como de fuerza.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyos, ánimo y compañía a todas ellas muchas gracias.

CONTENIDO

	Pág.
LISTA DE CUADROS.....	iv
LISTA DE FIGURAS.....	v
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Bienestar Animal.....	3
Factores de estrés.....	4
Manejo en la engorda.....	5
Manejo durante el embarque.....	6
Manejo durante el transporte.....	7
Características de la jaula ganadera.....	9
Estrés durante el transporte.....	9
Manejo durante el desembarque.....	11
Calidad de la canal.....	12
Calidad de la carne.....	14
MATERIAL Y MÉTODOS.....	18
Ubicación del lugar de estudio.....	18
Origen de los animales.....	18
Procedimientos en la Unidad de Producción Pecuaria.....	18
Procedimiento en planta de proceso.....	21
Evaluación de contusiones en la canal.....	21
Obtención de la muestra de la carne.....	21
Análisis fisicoquímicos de la carne.....	21
Análisis estadístico.....	22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
CONCLUSIONES.....	45
LITERATURA CITADA.....	46

LISTA DE CUADROS

Cuadro		Pág
		.
1	Componentes del embarque, transporte y desembarque.....	20
2	Condiciones generales registradas previas al proceso de sacrificio	26
3	Factores de riesgo asociados a la presencia de contusiones en las canales bovinas.....	36
4	Tamaño y severidad de la contusión asociado con los factores de riesgo.....	38
5	Características fisicoquímicas de la carne.....	42

LISTA DE FIGURAS

		Pág
Fig.		
1	Proporción de regiones anatómicas afectadas por contusiones.	30

INTRODUCCIÓN

Los eventos involucrados en el proceso de transporte y manejo general del ganado destinado a producir carne, tales como el uso de diferentes elementos de arreo, la carga, el hacinamiento en corrales y en vehículos en movimiento, la descarga, la privación de agua y alimento y otros, están entre los más estresantes; por ello todos estos manejos pueden afectar el bienestar de los animales y pueden provocar, además, problemas de calidad en la carne. Se considera que la presencia de daños físicos, tales como contusiones, de la calidad en las canales, como alteración en el pH, color y capacidad de retención de agua, son indicadores de estrés severo o prolongado y de un pobre bienestar (Gallo y Tadich, 2005).

El manejo más común al cual se someten los bovinos destinados a la producción de carne es el arreo para descargarlos y hacerlos avanzar a la sala de matanza. Para la conducción de los animales se utilizan diversos elementos y métodos que, además de provocar diferentes grados de estrés en ellos, provocan defectos en la calidad de sus canales observando presencia de lesiones y contusiones en forma de hemorragia petequiales, hematomas y recortes, recortes entre otros (Trunkfield y Broom, 1990). El transporte de los animales desde el establecimiento agropecuario hasta la planta de faena es un eslabón clave en la cadena cárnica, constituyendo el evento estresante más intenso en toda la vida del animal. La cuantificación de las contusiones presentes en las canales bovinas, es un aspecto práctico para evaluar las condiciones del pre-sacrificio (transporte, instalaciones, descanso y manejo) de los animales vivos, asimismo, pueden indicar problemas relacionados con el Bienestar Animal (BA), en cualquier etapa

del proceso; ya sea en las instalaciones ganaderas, durante el transporte, desembarque y en la planta de sacrificio (Nanni et al., 2006; Strappini et al., 2009).

Por lo tanto el objetivo de este estudio fue evaluar los factores de riesgo en embarque, transporte y desembarque asociados con la presencia de contusiones y calidad de la carne en bovinos durante el invierno en clima tropical seco.

REVISIÓN DE LITERATURA

Bienestar animal

El bienestar animal es una de las áreas emergentes dentro de las ciencias veterinarias y la aplicación de sus principios se reflejará en la mejora de las características fisicoquímicas de la carne en especial el color y pH (Aguilar et al., 2012). Para acceder a mercados exigentes, se necesita generar información acerca de la influencia del manejo previo al sacrificio en el bienestar del ganado bovino y la calidad de su carne; además importa resaltar la trascendencia de las etapas previas al sacrificio en bovinos (embarque, transporte y manejo *ante mortem*) por el estrés generado el cual impacta directamente en los indicadores de bienestar de los animales y la calidad de la carne, al producir efectos indeseables como la carne oscura, firme y seca (DFD, por sus siglas en inglés). El precio de la carne DFD disminuye en el mercado porque el consumidor asocia sus características con las que presenta la carne no fresca o en mal estado de conservación; debido a este defecto, las pérdidas económicas se han calculado entre 132 a 170 millones de dólares solamente en los Estados Unidos (Apple et al., 2005).

El bienestar se define como “el estado de salud mental y físico de un animal en armonía con el entorno o medio ambiente”; por lo tanto, su cuidado e implementación va mucho más allá de cuestiones ecológicas y tiene una incidencia directa en la rentabilidad y la calidad de la carne (Aguilar et al., 2012).

Es cada vez más amplia la aceptación de criterios generales, como las “Cinco Libertades”, según las cuales los animales deben ser libres de: 1). El hambre, sed y desnutrición, 2) el miedo y la angustia, 3) el sufrimiento físico y térmico 4) el dolor, la enfermedad y las contusiones, y 5) manifestar su comportamiento normal (Appleby, 2008).

En lo que respecta a los consumidores en todo el mundo y de forma creciente se manifiesta a favor de productos provenientes de animales que han sido tratados de forma adecuada durante toda su etapa productiva, por lo que el bienestar se transforma en un desafío en el mercado mundial de animales y productos provenientes de ellos (Mota et al., 2010).

Factores de estrés

Los cambios fisiológicos *ante mortem*, como la deshidratación y el catabolismo tisular, determinan el grado de degradación muscular y su consecuente pérdida de calidad (Hui et al., 2006). La calidad de la carne está determinada por factores como la raza del animal, el tipo de alimentación suministrada y el manejo antes y durante el sacrificio. Estos influyen en fenómenos bioquímicos que ocurren después de la muerte. Entre ellos la glucólisis (afectando el contenido y la capacidad de retención de agua), el pH final, la dureza, el color y la capacidad de absorción de sal (Mota et al., 2012).

El estrés *ante mortem* se asocia con pérdidas en el peso vivo del animal, perdidas en el peso de las canales y reducción del glucógeno intramuscular. La

degradación del glucógeno intramuscular predispone a la aparición de carne “oscura, firme y seca” o DFD (por sus siglas en inglés “Dark, Firm and Dry”) (Hui et al., 2006).

Manejo en la engorda

El trato que reciben los animales en las unidades de producción por parte de los operarios ejercen un marcado efecto sobre la calidad de la carne obtenida, a partir de los animales provenientes de las unidades de producción donde los operarios utilizan correctas prácticas de manejo se generan canales con 50% menos de contusiones, hematomas y carne DFD que los provenientes de animales que son manejados de forma ruda. Los animales asocian el peligro con el humano porque éste acarrea los mayores efectos estresantes, siendo por ello importante tanto el tipo como la calidad de la relación con los operarios (Gómez, 2010). Gallo (2004) observó que entre los factores más importantes que intervienen sobre el bienestar animal y la calidad de la carne, están relacionados con el manejo previo al sacrificio incluyendo arreos, carga, transporte, descarga y ayuno. Dichos manejos repercuten sobre aspectos éticos, cantidad de carne producida, calidad de esta y deben ajustarse a las exigencias reglamentarias nacionales. Las canales con contusiones no sólo implican pérdidas económicas directas a la industria de la carne, sino que además son el reflejo de malos manejos y pobre bienestar animal que indirectamente pueden implicar una restricción a las exportaciones hacia algunos países. Scanga et al. (1998), estimaron que la merma económica por cada animal producido fue de 6.08

dólares; en México, las pérdidas económicas se estimaron en 88.6 dólares por canal (Leyva et al., 2012).

Manejo durante el embarque

El embarque de los bovinos es una de las actividades durante la cual se presentan lesiones y estrés con más frecuencia. No se deberá golpear al ganado, con látigos, tubos de metal o plástico u objetos punzocortantes al momento de embarcar; la picana eléctrica se debe restringir a un mínimo absoluto para completar el embarque, de preferencia prohibirla en su defecto utilizar banderas plásticas y una buena infraestructura y el saber cómo mover al ganado. El embarque se debe vigilar por un supervisor con experiencia en manejo de ganado, la persona responsable del embarque y transporte debe tener conocimientos básicos del comportamiento y necesidades físicas del ganado (SENASICA, 2012).

Fundamentalmente los animales que se destinan a la producción de carne son sacrificados cuando alcanzan determinadas características de peso, conformación y terminación (deposición de grasa), dependiendo de los sistemas de producción, de los diferentes países y de las exigencias de los mercados a los que acceden (Huerta, 2009).

El ganado se puede negar a moverse a través de las rampas o mangas de manejo si ven distractores, la solución puedes ser muy simple, cuando el área esté libre de trafico de animales es necesario buscar distractores comunes tales como: reflexiones de charcos de agua o metales, cadenas que se agitan, metal resonando o golpeando, objetos en el suelo, cambio en el color y textura del suelo, rejillas de desagüe, presencia de sombras o luz brillantes como el reflejo del sol;

cualquiera de estos elementos pueden causar que los animales dejen de avanzar (Grandin, 2010).

Manejo durante el transporte

Una alta proporción de animales de producción son transportados en alguna etapa de sus vidas, a veces a diferentes estadía o a diferente dueño y finalmente a la planta de sacrificio (Broom, 2005). El tratamiento de los animales previo al transporte, el ruido, las vibraciones (frecuencias, dirección y aceleración), la falta de experiencia previa, el reagrupamiento social, el hacinamiento, los factores climáticos (temperatura, humedad y acumulación de gases), la carga y descarga, el tiempo de transporte y la privación de agua y alimentos, son factores estresantes a considerar. Claramente se puede comprender que la respuesta de los animales al transporte no es simple y resulta ser muy difícil identificar la contribución relativa de cada uno de estos factores (Hui et al., 2006).

Se debe considerar al transporte como una serie compleja de operaciones que incluyen el manejo, el uso de elementos de arreo, la carga, el viaje, la descarga en el matadero, el hacinamiento tanto en camiones como en corrales y el tiempo de espera en los corrales pre-sacrificio. Previo a la faena existe un manejo en el área de descanso, y durante la conducción de los animales hasta la zona de aturdimiento y en el momento de la aplicación de un método apropiado de aturdimiento. Ninguna de estas prácticas es parte de las experiencias normales de los animales, por lo tanto agentes estresantes, ya sea de orden físico como psicológico, que pueden resultar en un pobre bienestar animal y en pérdidas económicas (Tarrant y Grandin, 2000).

El tiempo de transporte es generalmente más importante que la distancia recorrida. A mayor tiempo de transporte hay mayor alteración de las variables sanguíneas indicadores de estrés, tales como el incremento significativo de las concentraciones basales de cortisol y glucosa sanguínea (Gallo y Tadich, 2005). Se ha demostrado que el transporte de los animales de abasto está asociado con múltiples factores estresantes y se manifiesta a través de diferentes lesiones que presentan los bovinos en particular. Esta situación, generalmente incrementa la morbilidad y mortalidad, la baja calidad de la carne y como consecuencia, incrementan las pérdidas económicas (Minka y Ayo, 2007). Diversas investigaciones (Gallo et al., 2000) refieren que con los tiempos prolongados durante el transportes se incrementan los efectos negativos sobre el bienestar animal y la calidad de la carne. Se ha enfatizado acerca de la relación entre la distancia recorrida y la ocurrencia de contusiones en bovinos, aludiendo así que la presencia y severidad de éstas se incrementa a la par de la distancia recorrida. Strapinni et al. (2009), afirman que las condiciones bajo las cuales se efectúe el transporte del ganado bovino es más importante que el tiempo total en que se realiza el recorrido, pero una vez que el animal se adapta a las condiciones del vehículo, el tiempo de recorrido es un problema menor comparado con la densidad de carga, diseño del vehículo, tipo de camino o habilidad de conducción del chofer.

Características de la jaula ganadera

Con respecto a los vehículos para el transporte de ganado bovino, es común que no se respeten las mínimas características que debe tener, encontrando puertas que no abren en su totalidad, bordes filosos que pueden dañar a los animales al pasar, pisos que no cuentan con sistemas antideslizantes promoviendo que los animales resbalen y hasta caigan, siendo luego muy difícil de incorporarse, más aún con el vehículo en movimiento (Mota et al., 2010).

Los pisos de los vehículos deben tener características antiderrapantes y de preferencia debe de contar con tiras de madera o metal formando cuadros de alrededor de 25 cm por lado. Los vehículos además de permitir ventilación, deberán construirse de manera que los animales no puedan sacar partes corporales y que pueda ser adaptado a un techo como protección de ser necesario.

En las mejores condiciones del camión y de la carretera, la velocidad máxima recomendable será de 70 km/hora, esta velocidad actualmente es de 80 km/hora y en autopista o carreteras rectas como en el norte del país asciende a 90 km/hora (Sánchez, 2002).

Estrés durante el transporte

Durante el transporte de larga duración, las concentraciones en sangre pueden decrecer como consecuencia de una adaptación al factor estrés. En contraposición, la concentración de creatinquinasa aumenta con la duración de transporte, así como la albumina, las proteínas totales y la osmoralidad como

consecuencia de la deshidratación producida. La concentración de urea y β -hidroxibutirato (cetogénesis) también aumenta como resultado de la reducción de la glucosa disponible (Gómez, 2010).

La vibración, caracterizada por la dirección (horizontal o vertical), así como por la aceleración y frecuencia, es un factor muy importante para definir cuál estresante es el transporte, ya que posee un gran impacto emocional. Grandin (2000) menciona que la vibración puede ser más adversa que el ruido, vibraciones de baja frecuencia de 2 a 4 Hz (camino de terracería y empedrados) son más estresantes que las 8 a 18 Hz, dado que los animales tienen más sensible la audición que el humano.

En la cadena productiva de la carne bovina existen diversos tipos de manejo, desde las formas primarias de producción hasta la obtención del producto final que implican connotaciones éticas, productivas y económicas. En tal sentido la presencia de contusiones en las canales bovinas corresponden a las lesiones tisulares usualmente ocasionadas por objetos romos que producen rupturas vasculares y acumulación de sangre y linfa en los tejidos (Hoffman, 1998). Gallo y Tadich, (2005), mencionan que cada vez más el mercado consumidor es más exigente que no solo busca un producto final de calidad en términos organolépticos, sino que también demandan que dentro de los esquemas de producción y comercialización del ganado se incluyan aspectos relativos al bienestar animal, considerándose éste un atributo más de calidad del producto, conocido como la calidad ética.

Manejo durante el desembarque

Una vez que los vehículos arriban a las plantas de sacrificio, en muchos casos deben de esperar un determinado tiempo a veces varias horas, para proceder a la descarga de los animales. Esto conlleva a aumentar el agotamiento de los animales, siendo común apreciar animales exhaustos al descender de los vehículos luego de viajes verdaderamente interminables (Huerta, 2009).

Los eventos involucrados en el proceso de desembarque y manejo en corrales de espera previo al sacrificio de los animales, tales como el uso de elementos de arreo, el hacinamiento, tanto en corrales como en vehículos transportadores, la descarga, la privación de agua y alimento, entre otros manejos realizados en los animales destinados a producir carne, provocan en ellos estrés (Warris, 1990). Si bien el manejo *ante mortem* de los animales es inevitablemente estresante, lo aconsejable es buscar la forma de mantener el estrés al mínimo. Entre los aspectos más importantes para lograr esto y facilitar el arreo de los animales, está el diseño de estructuras adecuadas (mangas, corrales, rampas de carga, cercos, pisos), la eliminación de las llamadas distracciones que impiden o limiten el avance de los animales (elementos tales como objetos, sombras, brillos, ruidos o personas que distraen o asustan al ganado) y la capacitación del personal (Gallo et al., 2003).

María et al. (2004) mencionan que la descarga y el manejo en corrales de espera de animales esta entre los procedimientos que pueden causar detrimento del bienestar en los animales previos al sacrificio, por lo cual los métodos que se utilizan deben ser cuidadosamente planificados. Grandin.(1998) menciona que la

vocalización es un signo indicador de incomodidad o dolor, de manera que los bovinos rara vez deberían de mugir durante el arreo al realizar el desembarque, así como dentro de los corrales de espera. Grandin (2000) en un estudio de auditorías de bienestar animal en plantas de sacrificio encontraron que 18 a 21 plantas (86%) tenían niveles de vocalización del ganado del 3% o menos.

Calidad de la canal

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

Existe una fuerte asociación entre el bienestar animal, el estrés, las contusiones de la canal y la calidad de la carne (Strappini et al., 2009). En principio, los daños físicos y el deterioro en su calidad se consideran como indicadores de estrés severo o prolongado y de un mal trato dado a los animales, por lo cual no hay solamente pérdida económica sino que se afecta la calidad ética del producto (Gallo y Tadich, 2005).

Estudio realizado por Weeks et al. (2002) donde evaluaron las contusiones, incluyendo las relativamente superficiales, en 5000 canales y encontraron que 3100 de ellas (62%) tenían contusiones, mientras el 5.6% mostraron marcas de

palos. Por su parte Jarvis et al. (1995) reportaron que el 97% de las canales de los animales bovinos adultos presentaban contusiones, mientras que en otro estudio realizado por Costa et al. (2005) encontraron que la incidencia en canales de terneros fue del 72.4%. De acuerdo con McNally y Warris (1996), las contusiones de las canales son la principal fuente de desperdicio en todas las especies de animales de producción de carne, y son la tercera razón más importante para el decomiso total de canales en el Reino Unido.

En Estados Unidos, las pérdidas de la industria cárnica debido a la presencia de contusiones han sido estimadas en más de 114 millones de dólares por año (Swanson y Morrow-Tesch, 2001). Los tejidos que son recortados de las canales reducen el rendimiento y por lo tanto afecta a la economía del productor. La remoción de esos tejidos consume tiempo y trabajo pueden interrumpir o detener la línea de sacrificio, disminuyendo así la eficiencia de la planta (Warris, 1996). Además, las contusiones se ubican con mayor frecuencia en regiones anatómicas de mayor valor comercial, especialmente en la pierna (Gallo y Tadich, 2005). De esta manera, las canales tienen un menor vida útil y pueden descomponerse más rápidamente, debido a que la carne sanguinolenta es un medio ideal para el desarrollo microbiano (Strappini et al., 2009).

Las contusiones pueden ocurrir en cualquier punto de la cadena productiva de la carne bovina, incluyendo la carga de los animales en el establecimiento, el transporte, la descarga y el descanso en la planta de sacrificio, e incluso durante el procedimiento de insensibilización; estas pueden reflejar prácticas inadecuadas

de manejo, uso inapropiado de picanas y palos, o impactos contra las instalaciones de manejo u otros animales (Costa et al., 2009).

Calidad de la carne

La calidad se puede definir como la “propiedad o conjuntos de propiedades inherentes a una cosa, que permiten apreciarlas como igual, mejor o peor que las restantes de su especie”. La segunda, más específica, a la calidad agroalimentaria, se refiere a un juicio ordinal emitido por el consumidor, basado en las variables que este considere de calidad (Pardo et al., 2006).

La exposición de los animales a varias condiciones adversas a la vez, tales como falta de alimento o agua, peligro, hambre, mezcla de animales de diferente procedencia, ambiente molesto, fatiga, calor, frío, luz, restricciones de espacio y otras, condicionan en los animales un estado de estrés que puede tener efectos sobre la calidad de la carne (Forrest et al., 1979). El estrés crónico previo al sacrificio provoca consumo excesivo de glucógeno muscular, minimizando la formación de ácido láctico en el músculo *post mortem* e impidiendo con ello la caída natural del pH en este período (que en lugar de alcanzar un pH igual o mayor 5,8). La carne presenta una coloración oscura y un pH alto, anomalía que en el bovino se conoce como "corte oscuro" (Tarrant, 1980).

Las principales características implicadas bajo el término de la calidad son: las propiedades físico-químicas (pH, textura, actividad del agua, composición química, etc.); las propiedades organolépticas o sensoriales (color, aroma, textura y jugosidad); las propiedades funcionales, o aptitud para formar parte de un

producto final, sobre todo por su interés industrial (pH, capacidad de retención de agua, color y esfuerzo al corte) (Pardo et al., 2006).

El color depende de la concentración y características del pigmento mioglobina, del pH y de la cantidad de grasa intramuscular. El color es la primera característica sensorial apreciada por el consumidor y de su rechazo o aceptación depende que una determinada pieza cárnica sea elegida con mayor o menor agrado. Esta impresión óptica se relaciona, de inmediato, con distintos aspectos relacionados con la calidad y el grado de frescura. Así, el aspecto exterior puede asociarse con el tiempo de almacenamiento, la vida útil, la dureza y la jugosidad. El color viene determinado por la concentración y el estado de los pigmentos hemicos, mioglobina (Mb) y hemoglobina (Hb). La concentración total de pigmentos determina cuan roja es la carne (Warris, 2003).

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

La carne bovina con valor de pH por encima de 6.0 a las 24 horas *post mortem* (pH₂₄) representa un problema de calidad de la carne, es indeseable para el consumo humano y causa importantes pérdidas económicas. Hay mayor variación en la terneza, pobre palatabilidad, y el crecimiento de los

microorganismos hasta niveles inaceptables con desarrollo de olores desagradables y formación de limo (Mach et al., 2008).

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

El número de canales con corte oscuro se incrementa con un mayor tiempo de encierre previo a la faena (Gallo et al., 2003). Sin embargo, la relación entre el contenido inicial de glucógeno y el pH final es lineal solamente a muy bajos niveles de glucógeno. De hecho, los niveles de glucógeno no disminuyen suficientemente para tener un efecto sustancial sobre el pH₂₄ último, especialmente cuando los bovinos son capaces de recuperarse durante el descanso antes de la faena (María et al., 2003).

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

Una vez que el animal muere, cesa la circulación sanguínea, cobran fuerza los procesos bioquímicos anaeróbicos, en especial la glucólisis, la energía que se libera en esta es utilizada principalmente para la contracción muscular, lo cual provoca el consumo de la reserva energética, la formación de ácido láctico y la pérdida de la CRA; estos cambios se deben al nivel de pH del músculo, la

capacidad mínima de retención de humedad se alcanza en carne de vacuno a pH 5.0 aproximadamente (Barreiro y Sandoval, 2006). El proceso de maduración de la carne aumenta paulatinamente la CRA (Amerling, 2001).

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del lugar de estudio

El estudio se llevó a cabo en las instalaciones de la empresa Agropecuaria JS SA de CV ubicada en Laguna Colorada, Municipio de Culiacán, Sinaloa, México (24° 39'03 N y 107° 17'09 O; 70 msnm). La región tiene un clima BS₁ (h') w(w)(e), semiseco, muy cálido, lluvias en verano (García 1988), temperatura promedio anual de 25.9°C, (máxima 30.4°C y mínima 20.6°C); la humedad relativa promedio es 68% (máxima 81% y mínima 51%) en abril; la precipitación anual promedio es 688.5 mm (CIAPAN, 2002).

Origen de los animales

Para el estudio se consideraron bovinos cruza *Bos Indicus x Bos Taurus*. Con un total de 643 bovinos, evaluados de los cuales 493 fueron hembras y 150 machos, de acuerdo a la programación establecida al sacrificio por parte de la Unidad de Producción Pecuaria.

Procedimiento en la Unidad de Producción Pecuaria

Embarque: Conforme al programa de finalización establecido por la Unidad de Producción Pecuaria (UPP), cada semana se dio seguimiento a dos lotes de bovinos durante 8 semanas (Enero-Febrero-2016). En la UPP, durante el día de evaluación se registraron los componentes del embarque (Cuadro 1) a través del registro mediante guías de observación.

Transporte: durante el transporte se tomaron registros del tiempo de transporte, velocidad del vehículo, la limpieza de la jaula y la densidad de carga a partir del peso promedio de los bovinos y el espacio disponible en la jaula transportadora.

Desembarque: se registró la temperatura y la humedad relativa con termómetro digital cada vez que se realizó la operación de carga en la UPP. Con estos datos se calculó el índice de calor y humedad (ITH) a la que se manejaron los bovinos durante el embarque. De acuerdo a la tabla de ITH las condiciones ambientales no resultaron estresantes para los bovinos con valor de $ITH < 68$ (Armstrong, 1994).

Cuadro 1. Componentes del embarque, transporte y desembarque

Embarque	Transporte	Desembarque
Temperatura	Hora de salida	Hora de llegada a la planta
Humedad relativa	Peso de salida	Tiempo de desembarque
Número de bovinos	Tiempo recorrido	Tipo de arreo
Sexo	Km recorridos	Temperatura
Tipo de arreo	Tipo de transporte	Humedad
Tiempo total del embarque	Número de pisos	Tipo de piso
Instrumentos de arreo	Limpieza de la jaula	

Procedimiento en la planta de proceso

Los bovinos se sacrificaron en las instalaciones de la planta, Tipo Inspección Federal # 426 Rastros y Frigoríficos de Culiacán, S.A., ubicada a 25 km de distancia de la UPP, siguiendo los lineamientos establecidos por la NOM-033-SAG/ZOO-2014, “Método para dar muerte animales domésticos y silvestres”.

Evaluación de contusiones en la canal

Una vez sacrificados los animales, después de retirar mecánicamente la piel, en la zona previa al eviscerado se registró la ubicación anatómica, tamaño y severidad de la contusión de las canales. La severidad de las contusiones fue evaluada de acuerdo a la clasificación de los grados de contusiones de Chile (INN, 2002) donde el grado 1: únicamente es afectado el tejido subcutáneo; grado 2, además del grado 1 es afectado el tejido muscular y grado 3 además del grado 1 y 2 hay presencia de huesos rotos.

Obtención de muestra de la carne

A las 48 horas *post mortem*, de entre las canales que conforman cada lote, se obtuvo aleatoriamente 10 muestras de 500 g del músculo *Longissimus dorsi*. se empaco al vacío y posteriormente almacenado a 2-4 °C durante 14 días ; luego se congelado a -20°C para su envío al Laboratorio de Calidad Fisicoquímica de la Carne del Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias de la Universidad Autónoma de Baja California.

Análisis fisicoquímicos de la carne

En el laboratorio se realizaron los análisis por triplicado de pH mediante un potenciómetro de punción marca Hannah Instruments Inc. Los valores del color (L^* , a^* , b^* , C^* y H^*) fueron evaluados en la superficie del corte cárnico con un espectrofotómetro MINOLTA CM-2002 (Minolta Camera, Co. Ltd. Osaka Japón) utilizando un componente especular incluido (SCI), un iluminante D_{65} y un observador de 10° , donde L^* es el índice de luminosidad, a^* es la intensidad del color rojo, b^* es la intensidad del color amarillo; el croma será calculado como $C=(a^{*2}+b^{*2})^{0.5}$ (Young et al., 2003). El esfuerzo al corte se determinó en muestras de carne previamente cocinadas en Baño maría a 75°C y enfriadas; después de 24 h post cocción, mediante un sacabocado se tomaron muestras de 1 cm^2 , en forma perpendicular a la orientación de las fibras musculares; la medición se realizó utilizando un texturómetro (Lloyd Instruments, England). La capacidad de retención de agua se llevó a cabo por medio de centrifugación de acuerdo a la técnica de Sutton et al., (1997).

Análisis estadístico

La frecuencia de contusiones se determinó por el número de casos detectados dividido por el total de casos evaluados. Odds ratio se utilizó como medida de asociación para los datos cualitativos agrupados 2x2 tablas de contingencia, lo que indica la magnitud de la asociación entre el componente predisponente de un factor. OR se pueden estimar en la población a partir de muestras organizadas en tablas de frecuencia 2x2 como se observa enseguida:

Contusiones			
Factor de riesgo	Presente	Ausente	Total
Presente	a	b	a+b
Ausente	c	d	c+d
Total	a+c	b+d	n

$$OR = \frac{a/b}{c/d} = \frac{ad}{bc}$$

Donde a, b, c y d representan frecuencias para cada clase definida en la tabla anterior. Además, se estimaron intervalos de confianza del 95% para cada OR: $IC_{95\%} = OR^{1 \pm (Z_{\alpha} / \sqrt{\chi^2})}$ donde $Z_{\alpha} = 1.96$, y χ^2 fue estimada como

$$\chi^2 = \frac{n(ad-bc)^2}{(a+c)(b+d)(a+b)(c+d)}.$$

Los componentes para estimar chi-cuadrada representan frecuencias observadas en la tabla de contingencia 2x2. Se realizó una evaluación estadística de las asociaciones con intervalos de confianza al 95%, de tal manera que $OR > 1$ con valores > 1 en los extremos bajo del intervalo de confianza indica significancia o riesgo. La no significancia es cuando no cumple con este requerimiento.

El análisis fue realizado empleando los procedimientos MEANS y FREQ del paquete estadístico SAS versión 9.3.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las condiciones generales que se registraron previo al sacrificio se concentran en el Cuadro 2. Las condiciones ambientales registradas durante el estudio fueron los siguientes: temperatura ambiente promedio de 14° C, y la humedad relativa promedio de 67.8%; el valor calculado para el índice de temperatura y humedad (ITH), fue menor a 68. Al respecto, Olivares et al. (2013), afirma que la actividad productiva de los bovinos está afectada por las condiciones climáticas predominantes en cualquier zona, y se considera a la temperatura y humedad como los factores más influyentes. El índice de temperatura y humedad ha sido ampliamente utilizado como un indicador de la tensión térmica en el ganado; sin embargo, el ITH no toma en cuenta la radiación solar o la velocidad del viento (Gaughan et al., 2008). Igono et al. (1992) proponen que el ITH puede ser utilizado para valorar el estrés térmico provocado por las condiciones del ambiente; de acuerdo a esta consideración el ambiente es generalmente considerado como estresante para el ganado bovino cuando el ITH excede de 72. Esto indica que en la época del año en la que se realizó el presente estudio los bovinos estuvieron, desde el embarque hasta el tiempo de espera en un ambiente confortable

Durante el período de estudio, el tiempo de espera en la planta de proceso desde la llegada de los bovinos procedentes de la UPP hasta el inicio del proceso de sacrificio osciló dentro de un rango entre 4 a 9 horas.

El tiempo de desembarque de los bovinos a los corrales de espera en el establecimiento Tipo Inspección Federal, fue relativamente muy corto; este tiempo

se encuentra dentro del rango observado por Lungh, (2015) quien refiere que el tiempo de descarga fue entre 5 y 15 minutos después de la llegada del camión; Villarroel et al. (2001) mencionan en su estudio que el tiempo de desembarque de los bovinos fue de 1 a 8 minutos.

Sin embargo, el uso de la piana eléctrica fue utilizada como instrumento de desembarque en el 100% de las ocasiones; de acuerdo con Grandin (1998), estos valores no son aceptables y representan un problema grave durante el manejo del ganado bovino; estos valores no debe de superar el 3% en el transcurso de estas maniobras. Según Huertas (2004), en un estudio en Uruguay los dispositivos de ayuda son el mayor de los casos, 57% en el uso de la piana eléctrica, en un 40% le siguen los gritos y en un 3% se utilizan palos, en la mayoría de las situaciones. La situación mejora en Estados Unidos, donde el 76% no utilizan piana eléctrica (Grandin, 2006), en España sólo el 19 % de las granjas estimulan la carga de los animales con piana eléctrica (Villarroel et al., 2001).

En los países europeos se tienen en cuenta las medidas de bienestar animal a la hora de manipular a los bovinos, mientras que los países latinoamericanos se utilizan muchos estímulos no permitidos demostrando con ello que queda mucho por aprender y aplicar en el manejo previo a la faena de bovinos, sin que atente a la salud de los mismos y a la calidad de la canal.

Cuadro 2. Condiciones generales registradas previas al proceso de sacrificio

Variable	Medias $\pm$ D.E.
Temperatura ($^{\circ}$ C)	14.0 $\pm$ 4.1
Humedad Relativa (%)	67.8 $\pm$ 11.3
ITH	68
Tiempo de embarque (min)	12.1 $\pm$ 3.9
Tiempo de transporte (min)	29.7 $\pm$ 1.9
Tiempo de desembarque (min)	12.9 $\pm$ 10.1
Velocidad de transporte (Km/h)	79.6 $\pm$ 5.6
Tiempo de espera en corrales (h)	6.29 $\pm$ 1.51
Media $\pm$ D.E= Desviación Estándar	

De acuerdo con la modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-009-ZOO-1994 “Proceso sanitario de la carne”, establece que los bovinos tendrán un tiempo mínimo de 3 horas de espera en corrales de la planta de sacrificio, justo el tiempo para realizar la inspección *ante mortem* y otras actividades necesarias para el manejo previo a sacrificio. Sin embargo, en este estudio el promedio del tiempo de permanencia en los corrales de espera fue mayor a las tres horas de espera (6.29 ± 1.51 horas), esto fue debido al manejo por parte de la planta. Este notorio incremento del tiempo de espera fue provocado por parte de las operaciones de la sala de deshuese, la cual durante el tiempo del presente estudio, la falta de personal operativo demoraba las operaciones de corte; en consecuencia los cuartos fríos no se desocupaban con oportunidad para ingresar las canales de los bovinos recién sacrificados, a su vez, esto ocasiono el retraso del inicio del proceso de sacrificio de los bovinos. El tiempo transcurrido en este estudio, desempeña un rol importante y significativo no solo por provocar estrés al animal, sino también porque esta variable se asocia a la presencia de contusiones, esto debido a que se originan peleas entre los bovinos en los corrales de espera.

Según un estudio realizado por Romero et al. (2014) mencionan que predominaron los tiempos de espera superiores a las 12 horas es un aspecto que no tiene en cuenta los lineamientos de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), que recomienda tiempos de espera mínimos y pero no superiores a las 12 horas (OIE, 2014).

Se considera que en este periodo se lleva a cabo la inspección *ante mortem* de los bovinos y puede tener efectos positivos sobre el bienestar del ganado, especialmente cuando la infraestructura y las condiciones de la estadía son

apropiadas tales como la provisión de agua *ad libitum*, disponibilidad de espacio, protección contra cambios climáticos, suministro de alimento cuando el tiempo de espera es superior a las 24 horas, entre otros (Warris, 2003). Sin embargo, varios autores han considerado que tiempos de espera en la planta de sacrificio superiores a las 12 horas son muy largos para el ganado, porque están expuestos a factores de estrés como el ruido, miedo, novedad, sed y hambre, que pueden tener efectos negativos en el bienestar y la calidad de la carne (Tadich et al., 2005).

De igual manera, tiempos de espera prolongados genera pérdidas de peso vivo disminuyendo los rendimientos de la canal, aumentando el riesgo de encuentros antagónicos entre animal y afecta considerablemente el bienestar de los animales (Gallo, 2003).

Evaluación de contusiones

Del total de las canales evaluadas, el 91.96% (643) presentaron algún tipo de contusión; se observó que el 79.57% (493) lo representaron las canales provenientes de hembras y el 20.43% (150) provenientes de los machos (Figura 1). Con referencia a la región anatómica, los sitios que presentaron mayor porcentaje de contusiones fueron el dorso, seguido de falda y lomo, punta de la nalga y costillar. De acuerdo a la severidad de las contusiones, el 43.62% fueron contusiones de grado 1, un 17.08% en grado 2 y grado 3, 16. 3%.

En un estudio realizado por Bolado (2014) se observó que el 87.78 % de las canales evaluadas presentaron contusiones, la porción de la canal más afectada por contusiones fue el dorso con el 35.77% seguido de la *Tuber coxae* (punta de la

cadera) y el costillar con 17.82% y 17.01% respectivamente. Estos valores son superiores a los registrados en el presente estudio ya que el 19.76% se observó en el dorso, 18.77% en falda y lomo, en la tuberosidad isquiática (punta de la nalga) y en el costillar se observaron valores similares (17.17 y 17.04%). Miranda-de la Lama et al. (2011) registraron un porcentaje mayor de contusiones (92%) a los observados en este estudio. En el mismo sentido, en un estudio realizado por Romero et al. (2011), refieren un 84.3% de canales que presentaron algún tipo de contusión, siendo la pierna y lomo (43.5 y 26.7%) las regiones anatómicas con mayor número de contusiones.

Con respecto a la región anatómica, Valenzuela (2010) observó que la zona con mayor número de contusiones es la tuberosidad isquiática (punta de la nalga) con un 24.6%, a diferencia de la zona de la pierna en la que solo observó un 0.3 % de contusiones. Los resultados del presente estudio concuerdan con relación a la región anatómica donde se presenta con mayor frecuencia en la tuberosidad isquiática (punta de la nalga) con grado 1, esto se asocia por la falta de capacitación del personal sobre BA, ya que estos provocaron los golpes durante el manejo previo a sacrificio.

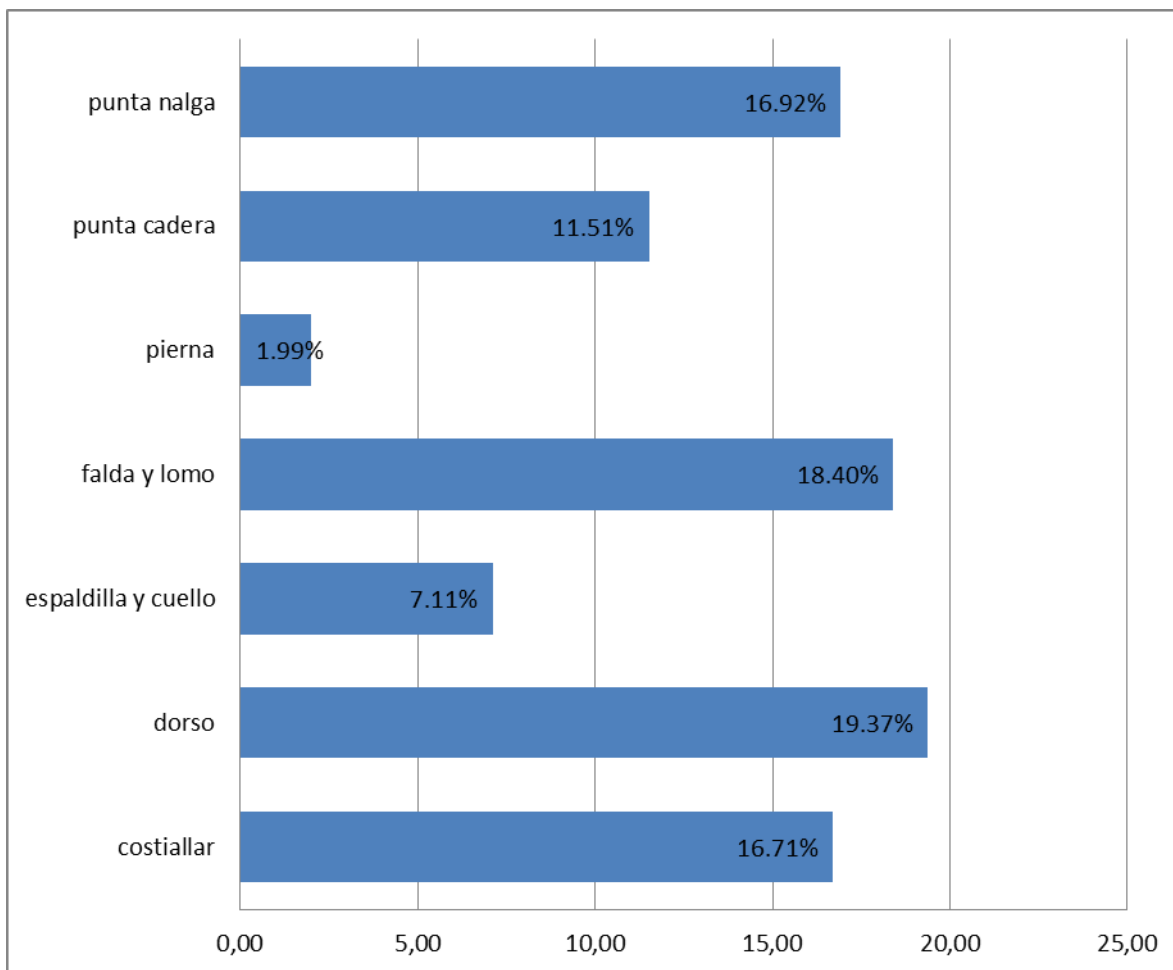


Figura 1. Proporción de regiones anatómicas afectadas por contusione

En referencia a la severidad de las lesiones en la canal bovina Strappini et al. (2010), al realizar un estudio observaron mayor proporción de canales con contusiones del grado 1 (contusiones en el tejido subcutáneo) que canales con contusiones de grado 2 (contusiones en el tejido subcutáneo y músculo) con 19.3 y 7.25%, respectivamente. En el presente estudio se registró el 43.62% de la canales con contusiones grado 1 y 17.08% de las canales con contusiones grado 2. En un estudio realizado por Romero et al. (2014) menciona que con base a la severidad de las contusiones, el 80.5% de las canales presentaron grado 1, y 19.5% de las canales mostraron grado 2; los resultados del estudios indican que las contusiones están relacionadas con mayor localización en las tuberosidades coxal e isquiática.

En cuanto a la profundidad de las lesiones, De Luque y Dussan (2009) observaron un 60.3% de grado ligero y 39.6% de grado profundo; estos hallazgos se atribuyen al uso desmedido de objetos contundentes y al manejo inadecuado previo al sacrificio por parte de los operarios. Grandin (2003) indica que las contusiones se pueden producir por diversas causas; de esta manera si la contusión se produce en la planta de sacrificio normalmente se presentará en el mismo lugar de la canal de los animales provenientes de distintos orígenes. Esta afirmación apoya los resultados observados en el presente estudio donde la mayoría de las contusiones se presentaba en el lado izquierdo de la canal, a lo que se observó que los operarios de la planta manipulan al ganado del lado izquierdo utilizando tubos de plástico para su arreo previo al sacrificio antes del ingreso al cajón de aturdimiento. La presencia de contusiones en la canal determina pérdidas económicas directas por reducción en el peso de las canales,

debido a recortes del tejido contuso y además si éstas son severas generan un destino limitado del producto, utilizándose principalmente con fines industriales.

En cuanto a las canales contusas según el grado de severidad, Gallo et al. (1999); Sandoval (2007) y Strappini et al. (2008) también encontraron que dentro de las contusiones, las que se presentan en mayor cantidad son las grado 1, seguidas por las grado 2, encontrándose una muy baja presentación de contusiones grado 3. La presentación de estas últimas puede estar subestimada porque los animales que se fracturan durante el transporte y la descarga se deben de sacrificar de urgencia, situación que no está incorporada en los protocolos utilizados para el presente estudio.

Grandin (1995) menciona que las contusiones en novillos y vaquillas cuestan a la industria de la carne de Estados Unidos un dólar por cada animal faenado, monto que ascendería a 22 millones de dólares anuales, solamente para la carne producida con alimentación en base a grano.

La acumulación de sangre y linfa en el tejido contusionado en conjunto con la muerte celular constituye un favorable medio de cultivo microbiano, y el manejo adicional aplicado a las canales para remover la zona contusa también incrementa la contaminación bacteriana (Hoffman, 1998). Por lo tanto, las contusiones no sólo afectan la calidad ética del producto, al reflejar un problema de maltrato, sino también la cantidad del producto, la calidad sanitaria de éste y el valor del resto de la canal. El decomiso parcial o recorte de la zona contusa se realiza porque la canal se ve afectada negativamente, tanto en su aspecto o presentación, como por la mayor susceptibilidad de la zona afectada frente al deterioro bacteriano (Heim, 2010).

Grandin (1995) menciona que las contusiones en novillos y vaquillas cuestan a la industria de la carne de Estados Unidos un dólar por cada animal faenado, monto que ascendería a 22 millones de dólares anuales, solamente para la carne producida con alimentación en base a grano

. En otro estudio realizado por Grandin (1997) donde evaluaron 22 de las mayores plantas de sacrificio de bovinos, demostró que las contusiones representan pérdidas económicas para la industria cárnica de 3.91 dólares por bovino. Además la pérdida por contusiones en el ganado asciende alrededor de 30 millones de dólares.

Una mayor incidencia de contusiones en determinadas áreas de la canal puede estar relacionada con el diseño de las instalaciones y con el manejo. Extremos salientes producen contusiones en hombros, los pisos lisos ocasionan resbalones y pasillos angostos con curvas pronunciadas duplican el nivel de contusiones en las caderas (Weeks et al., 2002). Durante el presente trabajo, los animales fueron manejados en la planta de sacrificio de manera inadecuada, ya que las prácticas de los operarios no fueron las correctas, esto debido que el personal utilizó artefactos no apropiados para el manejo previo al sacrificio

Factores de riesgo

Los componentes del manejo previo al sacrificio asociados a la presencia de contusiones en la canal se presentan en el Cuadro 3. El transporte del ganado a la planta y particularmente la suciedad de la jaula presentaron un valor de OR de 4.08 (IC 95% LI 2.86-5.83 LS), mientras que el aumento de la densidad en la jaula no fue significativo; para el resto de variables registradas para cada uno de los pasos no se mostró asociación con la presencia de contusiones en las canales.

Tarran y Grandin (1993), mencionan que las densidades de carga no deben sobrepasar los 500 kg/m². Los datos obtenidos en este estudio las densidades de cargas fueron bajas (480 kg/m²). Sin embargo, si la técnica de conducción y el estado de la carretera son malos, es probable que el conductor pierda el control, por lo tanto la incidencia de contusiones se puede incrementar. Al respecto, Gallo et al. (2003), encontraron que la densidad de carga promedio comercialmente usada es de 490 kg/m² a nivel regional (que incluye preferentemente distancias menores a 300 km) y 450 kg/m² en la Región Metropolitana (que incluye distancias de hasta de 900 km); sin embargo, se demostró también que el rango de densidades de carga utilizadas durante el transporte de ganado bovino es bastante amplio (268 a 632 kg/m²).

Romero et al. (2011), condujeron una investigación donde evaluaron la densidad de carga, en el 19.6% fue menor a 300 kg/m², el 52.8% entre 300 y 350 kg/m² y más de 350 kg/m² en el 27.8%. La jaula sucia en este estudio representó un riesgo para la presencia de contusiones con un OR= 4.08 veces más la probabilidad de presentar una contusión.

En un estudio reciente desarrollado por Bolado (2014) las variables evaluadas como la limpieza de la jaula OR=1.83 y la densidad OR= 1.83 de carga resultaron asociadas a la presencia de contusiones. Según la OIE (2013) la jaula ganadera se debe de limpiar diariamente para evitar la transmisión de enfermedades. Es factible que si la jaula no se lava a fondo, el olor de las hormonas segregadas por la orina y las heces hará que los animales se nieguen a moverse al momento del embarque, por lo que los operarios tendrán que usar de

picana eléctrica para mover al animal, como consecuencia se aumenta la presencia de contusiones en la canal. Esto significa que el uso de jaulas ganaderas sucias son 4.08 más veces probables que se presente contusiones en la canal

Cuadro 3. Factores de riesgo asociados a la presencia de contusiones en las canales bovinas.

Variable	Categoría	OR	IC 95%	
			LI	LS
Sexo	Macho	NS		
	Hembra			
Jaula ganadera	Limpia	REF	2.86	5.83
	Sucia	4.08		
Densidad de carga	Baja	NS		
	Alta	REF		

IC= Índice de Confianza; LI=Límite Inferior, LS=Límite Superior; NS= No Significativo

En el Cuadro 4 se muestra información acerca del tamaño y la profundidad de las contusiones; se observa que transportar al ganado bovino en una jaula sucia aumenta la probabilidad de que las canales presenten contusiones pequeñas (2-8 cm) y grandes (8-16 cm y > 16 cm), en comparación con el ganado que se transporta en jaula limpia. En el presente estudio se observó que con alta densidad de carga la probabilidad de provocar contusiones pequeñas y contusiones de tamaño grande, no fue significativa. Con respecto a la severidad de la contusión, bajo condiciones de la jaula sucia, el ganado bovino fue 1.4 veces más propenso a presentar contusiones subcutáneas y 1.4 más veces la probabilidad de observar contusiones de tipo muscular. Con respecto a la densidad de carga, en los bovinos que son transportados a densidad alta, se observó la probabilidad de presentar 1.07 veces más contusiones subcutáneas, y 2.3 veces más la presencia de contusiones musculares.

De acuerdo con el tamaño de la contusión, en un estudio realizado por Romero et al. (2012), refieren un diámetro de la contusión en canales bovinas de 5 a 10 cm; estos resultados concuerdan con estudios realizados en Chile (Gallo et al., 2001; Strappini et al., 2010), en los cuales la densidad de carga en el camión, la procedencia de los animales (finca o feria) y el tiempo de permanencia en planta, son factores que aumentan el riesgo de contusiones en las canales bovinas (Huertas et al., 2010; Miranda-de la Lama et al., 2012; Strappini et al., 2012). Los resultados registrados por Bolado, (2014) refieren que el tamaño y la profundidad de las contusiones aumenta el doble de probabilidad de presentar contusiones con una jaula sucia ya sea de los tres tamaños (2 a 8cm, 8 a 16 cm y >16 cm).

Cuadro 4. Tamaño y severidad de la contusión asociados con los factores de riesgo.

Variable	Categoría	Tamaño	OR	IC 95%	
				LI	LS
Jaula ganadera	Limpia				
	Sucia	>16cm	2.32	1.90	2.84
		2-8cm	4.78	2.88	7.92
Densidad de carga	Alta	>16cm	NS	-	-
	Baja	2-8cm	NS	-	-
Severidad					
Jaula ganadera	Limpia				
	Sucia	Muscular	1.4	1.05	1.85
		Subcutánea	1.06	.84	1.34
Densidad de carga	Alta	Subcutánea	1.07	.88	1.25
	Baja	Muscular	2.3	1.67	3.27

IC= Índice de Confianza; LI= Límite Inferior, LS= Límite Superior.

Además que con alta densidad de carga la probabilidad de provocar contusiones pequeñas es mayor que para las contusiones de tamaño más grande. En cuanto a la severidad de la contusión, en condiciones de jaula sucia, la probabilidad de tener contusiones fue 2.52 más veces propensos a ocasionar contusiones subcutáneas y 2.12 veces más probabilidades de causar contusiones musculares.

Por su parte, Romero et al. (2014) observaron que la densidad de carga entre 350 y 400 kg disminuyó el riesgo para el ganado bovino de presentar contusiones (OR = 0.6; P=0.03), al compararse con los bovinos que fueron transportados a densidades superiores a 300 kg/m². Gallo y Tadich (2005) afirman que los bovinos que son transportados a densidad muy baja, tienen mayor disponibilidad de espacio en el camión, lo cual favorece las caídas y las colisiones contra la carrocería del camión; estos aspectos pudieron haber influido en los resultados del presente trabajo.

Al evaluar la presencia de contusiones en bovinos en vacas, vaquillas, novillos y toros, transportados desde 6 horas hasta 39 horas, en novillos se registró un 4.41% de canales con contusiones de las cuales 3.39% correspondieron a grado 1, 1.01 % a grado 2 y 0.01% a grado 3, además se encontró asociación (P<0.001) entre la clase de los bovinos y la presencia de contusiones, teniendo las clases toro y vaca mayor riesgo de presentar contusiones que los novillos (Viljoen, 2002).

Valenzuela (2010) menciona que durante la época de invierno la presencia de contusiones ($P < 0.01$) fue de mayor riesgo. Los animales comercializados a través de ferias ganaderas tuvieron 1.49 veces más probabilidad ($P < 0.001$) de presentar contusiones que los animales transportados directamente desde los predios ganaderos. El riesgo de que las canales presenten contusiones, se asocia con el incremento de la distancia de transporte; los bovinos que recorrieron distancias mayores a 450 km, tuvieron 1.68 veces más probabilidad de presentar contusiones que los bovinos transportados en distancias menores a 150 km.

Características fisicoquímicas de la carne

El Cuadro 5 muestra los valores promedios de las características fisicoquímicas de la carne proveniente de los lotes de bovinos que fueron valorados en el presente estudio. Estas muestras se evaluaron con base a los criterios de clasificación de la carne bovina. En el presente estudio la carne presentó valores de pH dentro del rango específico para la especie bovina, pero con una coloración oscura. Los promedios registrados en el presente estudio en los parámetros de L^* , a^* y b^* se encuentran dentro de los rangos considerados aceptables; Mullen et al. (2004) sugieren que el valor de L^* es uno de los parámetros que mejor predice la presencia de carne DFD, indicando que carnes con valores de luminosidad por encima de 37 son consideradas como estándar.

En el presente estudio el pH de la carne presentó un valor promedio de 5.4 son consideradas dentro del rango habitual para la especie. En un estudio reciente conducido por Bolado (2014), menciona valores similares, tanto de pH como a lo referente del color, clasificando como una carne roja, firme y normal con valores de L^* (34.1), a^* (14.1) y b^* (14.6).

Cuadro 5. Características fisicoquímicas de la carne

Medias $\pm$ DE	
Color	
L*	33.8 $\pm$ 4.5
a*	13.6 $\pm$ 2.6
b*	15 $\pm$ 3.0
C*	20.4 $\pm$ 3.4
H*	47.6 $\pm$ 6.6
pH	5.4 $\pm$ 0.2
CRA (%)	81.3 $\pm$ 2.3
EC (kg/f)	4.2 $\pm$ 1.2

DE: desviación estándar; CRA: Capacidad de retención de agua; EC: Esfuerzo al corte.

Lensink et al. (2000) evaluaron el trato positivo en vaquillas en el transporte (tiempo habitual y tiempo extendido) y en la explotación y como influyó en los valores de color, reportaron solo diferencia significativa ($P < 0.05$) en el valor rojizo (a^*) con un valor de 12.5 en condiciones de trato negativo contra 11.2 con trato positivo y durante el transporte el valor disminuyó durante el tiempo de transporte extendido (12.0 a 11.7).

Según Lunghi (2015) afirma que el 21% de 228 muestras de carne bovina analizada presentaron un pH superior a 6.00 y observó la frecuencia de distribución en las canales según el intervalo de pH que presentaban a las 24 horas *post mortem*. Así por ejemplo, el 52 % de los animales (119/228) presentaron un pH menor o igual a 5.79, considerado como carne DFD. Viljoen, (2002) realizó un estudio de canales, encontrando que valor promedio de pH mayor o igual a 5.80 se registró en el 50% de las canales en Sudáfrica. Amtmann (2006) en Chile, afirma que el corte oscuro es un problema serio de calidad, que afecta entre un 5 y 10 % de las canales bovinas.

En el estudio realizado por Lunghi (2015) el 29.05% de los machos que arriban al frigorífico presentaron un pH superior o igual a 6, siendo que en hembras fue de un 4.08%, obteniendo valores de pH límite entre 5.80 – 5.99 en un 29.05% en los machos y un 18.37% en las hembras. Knowles (1999) también coincide en lo anterior, ya que la prevalencia de pH como un indicador de potencial de carne DFD es mayor entre las categorías de machos que en las hembras. Mach et al. (2008) revelan resultados de un modelo de regresión logística indicando que el valor del pH_{24} en la carne tendía a ser afectada por el género, siendo la incidencia de carne pH_{24} menor a 5.8, superior en los machos

que en las hembras (OR = 2.15), sin embargo, proponen una interacción entre el género y la grasa dorsal de la canal, indicando que las hembras con canales magras eran más susceptibles tener un valor de pH₂₄ en carne por encima de 5.8 que en los machos. Jeleníková, (2009) en contraposición relata que no parece estar asociada con el desarrollo de pH *post mortem* porque las diferencias en pH a los 45 minutos, 24 horas y 48 horas *post mortem* entre la carne de los toros y las vacas no fueron significativas.

En lo que respecta a la dureza de la carne, se registraron en el presente estudio valores promedio de 4.2 kg/f, considerándose como un carne tierna; algunos investigadores (Bendall, 1984; Mullen et al., 2004 y Shackelford et al., 1995), sugieren que una muestra de carne puede ser considerada tierna cuando el valor al esfuerzo al corte sea inferior a 6 kg/f, determinada a los 14 días *post mortem*. De acuerdo con ello las muestras de carnes valoradas en el presente estudio se pueden considerar como carne tierna (Shackelford et al., 1995). De esto se puede decir que las muestras de carne estuvieron más de dos meses en refrigeración, por lo que favoreció a la terneza de la carne. En un estudio realizado Torrescano et al. (2009) reportaron valores de EC de 8.7 kg/f clasificada como dureza intermedia esto se dio porque la actividad proteolítica de las enzimas sobre las proteínas estructurales del músculo, proceso conocido como proteólisis, todavía no se encontraba activada del todo, por lo que se pueden esperar mejoras en la terneza a partir del quinto día de maduración.

Conclusiones

La suciedad de la jaula resultó ser un factor de riesgo asociado a la presencia de contusiones en la canal bovina particularmente, ya que favorece que las contusiones sean de mayor tamaño.

La falta de capacitación del personal, sumado con errores de logística en la sala de corte y deshuese, además de prácticas de manejo deficiente comprometieron el bienestar animal y por consecuencia repercuten en la presencia de contusiones en la canal bovina.

LITERATURA CITADA

- Amerling, C. Tecnología de la Carne: Antología. 2001. Editorial EUNED: p.178.
- Apple, J.K., D.L.Galloway, J.T Wistuba and K.L.Rakes. 2005. Duration of restraint isolation stress as a model to study the dark-cutting condition in cattle. J. Anim. Sci. 83: p.1202-1214.
- Amtmann , V. A., C. Gallo, G. Van Schaik and N. Tadich. 2006. Relations between ante-mortem handling, blood based stress indicators and carcass pH in steers. Arch. Med. Vet. 38: p.259-264.
- Appleby, M.C. 2008. Science of animal welfare. In: Long distance transport and welfare of farm animals. Michael C. Appleby, V. Cussen, L. Lambert, J. Cabi Ed. 22: p.156-157.
- Aguilar, N. M., M. V Rossner y O. Balbuena. 2012. Manual práctico de Bienestar animal: recomendaciones para su implementación en el manejo de bovinos de producción. Ediciones INTA.1; p.16-20.
- Bendall JR. 1984. El estímulo eléctrico de los animales de abasto. Lawrie R. editor. "Avances de la ciencia de la carne". Zaragoza, España: Editorial Acribia: p.57–83.
- Broom, D.M. 2005. The effects of land transport on animal welfare. Rev. sci. tech. Off. int. Epiz, 2: p.683-691
- Barreiro, J.A y B. Sandoval.2006. Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas. Editorial Equinoccio. Caracas Venezuela: p.359

- Bolado, S.L. 2014. Componentes del Embarque, Transporte y Desembarque asociados a contusiones en la canal y calidad de la carne en bovinos sacrificados en época cálida. Tesis de Maestría. Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias. Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, Baja California: p.9-15.
- CIAPAN. 2002. Guía para la asistencia técnica del Valle de Culiacán. INIFAP. Culiacán, Sinaloa, México.
- Costa, L.N. 2009. Short-term stress: the case of transport and slaughter. Italian Journal of Animal Science: p.241-252.
- De Luque, A., y D. Dussan 2009. Evaluación del Bienestar de Bovinos Mediante la identificación de lesiones traumáticas macroscópicas presentes en la canal. Tesis de licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria, área de investigación y Salud animal. Universidad de la Salle, Bogotá Colombia: p.53-56.
- Forrest, J.C., E.D. Aberle, H.B. Hedrick, M.D. Judge y R.A. Merkel 1979. Fundamentos de Ciencia de la Carne. Ed. Acribia, Zaragoza. España: p.202-206.
- Gallo, C., M. Car and C. Villarroel. 1999. Characteristics of cattle slaughtered within the Xth Region (Chile) according to the terms stated by the official Chilean standards for classification and carcass grading. Archivos de Medicina Veterinaria 31: p.81-88.
- Gallo, C., S. Pérez, C. Sanhueza y J. Basic. 2000. Efectos del tiempo de transporte de novillos previo al faenamiento sobre el comportamiento, las

- pérdidas de peso y algunas características de la canal. Archivos de Medicina Veterinaria. 32: p.157-170.
- Gallo, C., M. Espinoza y J. Basic. 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: p.43-53.
- Gallo, C., G. Lizondo and T. Knowles. 2003. Effects of journey and lairage time on steers transported to slaughter in Chile. Veterinary Record.152: p.361-364.
- Gallo C. 2004. Bienestar animal y calidad de carne durante los manejos previos al faenamiento en bovinos. *XXXII Jornadas Uruguayas de Buiatría*, Montevideo, Uruguay: p.147-157.
- Gallo C., y N. Tadich. 2005. Transporte terrestre de bovinos, efectos sobre el bienestar animal y la calidad de la carne. Agro Ciencia 21:p.37-49.
- Gallo, C.2009. Transporte y Reposo pre-sacrificio en bovinos y su relación con la calidad de la carne. En bienestar animal y calidad de la carne. Editorial BM. México. p.15-36.
- Gaughan, J., T. Mader, S. Holt and A. Lisle. 2008. A new heat load index for feedlot cattle. Anim. Sci. 86:p.226 - 234.
- Grandin T. 1995. Las contusiones en el ganado engordado a corral y a campo. Meat Sciencie. 35: p.45-56.
- Grandin, T. 1997. Assessment of stress during handling and transport. J AnimSci. 75: p.249-257.

- Grandin T. 1998. Buenas prácticas de manejo para el arreo e insensibilización de los animales. Departamento de ciencia animal. Colorado State University . Journal Animal Science. 75: p.249-257.
- Grandin T. 2000. Principios de comportamiento animal para el manejo de bovinos y otros herbívoros en condiciones extensivas. Livestock Handling and Transport. CABI Publishing, Wallingford, Oxon: p.863-865.
- Grandin T. 2003. Cómo detectar la causa de las contusiones. Colorado State University Department of Animal Sciences Fort Collins, Colorado 80523 USA: p.1-2.
- Grandin, T. 2010. Auditing animal welfare at slaughter plants. Meat Science; 86.1:56-65
- Gomez, G.D.2010. El efecto del transporte en el bienestar animal y calidad de la carne de bovinos y porcinos sacrificados en el estado de Querétaro. Tesis de Maestría: p.130-136.
- Igono, M. O., G. Bjotvedt and H. T. Sanford-Crane. 1992. Environmental profile and critical temperature effects on milk production of Holstein cows in desert climate. Int. J. Biometeorol. 36: p.77-87.
- INN (Instituto Nacional de Normalización de Chile). 2002. Canales de Bovinos, Definiciones y Tipificación, Norma Chilena Oficial NCH.1306 of 02. Disponible en: <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=30529>.
- Hoffman D. 1998. Effect of source of cattle and distance transported to comercial slaughter facility on carcass bruises in mature beef cows. JAVMA 212: p.668-672.

- Huertas, Stella Maris. 2004. Puntos críticos que afectan el bienestar de los animales; recomendaciones para mejorar la calidad de la carne. INIA, Uruguay. www.produccion-animal.com.ar: p.1-6.
- Hui Y.H., I. Guerrero y M.R. Rosmini. 2006. Ciencia y Tecnología de carnes. Primera Edición. Editorial Limusa S.A de C.V, México D.F.
- Huertas, S.M, A.D Gil, J.M Piaggio, F.J van Eerdenburg .2009. Transportation of beef cattle to slaughterhouses and how this relates to animal welfare and carcass bruising in an extensive production system. *Animal Welfare*.19: p.281-285.
- Jarvis, A.M., L. Selkirk y M.S Cockram.1995. The influence of source, sex class and pre-slaughter handling on the bruising of cattle at two slaughterhouses. *Livestock Production Science* 43: p.215-224.
- Knowles, T.G. 1999. A review of the road transport of cattle. *Veterinary Record* 144: p.197-201.
- Lensink, B.J, X. Fernandez, X. Boivin, P. Pradel, P. Le Neindre and I.Veissier. (2000). The impact of gentle contacts on ease of handling, welfare, and growth of calves and on quality of veal meat. *J Anim Sci*. 78:p.1219- 1226.
- Leyva-García, I.A., F. Figueroa-Saavedra, E. Sánchez-López, C. Pérez-Linares y A. Barreras-Serrano. 2012. Impacto económico de la carne DFD en una planta de sacrificio Tipo Inspección Federal (TIF). *arch. med. vet.* 44: 39-42.
- Lunghi, M.2016. Evaluación de las contusiones y del pH en las canales bovinas y de su relación con el manejo y Bienestar Animal en las tapas previas a la

- faena. Tesis de Maestría. Facultad en Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional del Litoral: p.25-30.
- McNally, P.W. and P.D. Warriss. 1996. Recent bruising in cattle at abattoirs. *Veterinary Record* 138: p.126-128.
- Monin, G. 1998. Recent methods for predicting quality of whole meat. *Meat Science* 49: p.231-243.
- María, G.A., M. Villarroel, C. Sañudo, J.L Olleta, G. Gebresenbet. 2003. Effect of transport time and ageing on aspects of beef quality. *Meat Science* 65: p.1335-1340.
- Mullen A.M., B. Murray and D. Troy.2004. Predicting the eating quality of meat. Teagasc. Report 4391:p.1-24.
- Nanni C.L., D.P Lo Fiego, F. Tassone , V. Russo. 2006. The relationship between carcass bruising in bulls and behaviour observed during pre-slaughter phases. *Veterinary Research Communications*; 30:379-381.
- Minka, N.S., and J.O, Ayo. 2007. Effects of loading behavior and road transport stress on traumatic injuries in cattle transported by road during the hot-dry season. *Livestock Science*. 107: p. 91-95.
- Mach, N., A. Bach, A. Velarde and M. Devant. 2008. Association between animal, transportation, slaughterhouse practices, and meat pH in beef. *Meat Science* .78: p.232-238.

- Mota R.D., L.I Guerrero y O.M. Trujillo. 2010. Bienestar animal y calidad de la carne, enfoques químicos y experimentales. Editorial BM Editores S.A de C.V, México D.F.
- Miranda De LA Lama, G.C., W.S. Sepúlveda, M. Villarroel and G.A. Maria. 2011. Livestock vehicle accidents in Spain: causes, consequences, and effects on animal welfare. *J Appl Anim Welf Sci*.14: p.109-123.
- Miranda –de la Lama, G., G. Leyva, A. Barreras, C. Pérez, E. Sánchez, G. A. María and F. Figueroa. 2011. Assessment of cattle welfare at a commercial slaughter plant in the northwest of México. *Trop anim Health prod*
- Norma Oficial Mexicana NOM 009-ZOO-1994 “Proceso sanitario de la carne”. Diario Oficial de la Federación. México, D.F.
- NOM-033-SAG/ZOO-2014, “Método para dar muerte animales domésticos y silvestres”.
- Olivares, B., E. Guevara, Y. Oliveros y L. López. 2013. Aplicación del índice de confort térmico como estimador del estrés calórico en la producción pecuaria de la Mesa de Guanipa, Anzoátegui, Venezuela. *Zoot. Trop*. 31: p.209-223.
- Ordóñez J.A., M.I Cambero, L. Fernández, M.L García, G.D García, L. de la Hoz y M.D Selgas.1998. Tecnología de los Alimentos, Volumen II: Alimentos de Origen Animal. Editorial Síntesis, S.A. Madrid, España. p.366.
- Pardo, J. E., L. Tarjuelo, B. Mateos, J. Hurtado y A. Alvarruiz. 2006. Parámetros a evaluar en el control de calidad de las carnes. *Eurocarne* N° 152. p.1-13.

- Romero, M. H. 2011. Evaluación del manejo pre-sacrificio y su relación con la presencia de contusiones en canales bovinas. *Rev. Colomb. Ciencias Pec*; p.28-36.
- Romero, M.H., L.F. Uribe y J.A. Sánchez. 2014. Efecto del manejo pre-sacrificio sobre las características de las contusiones en las canales bovinas en dos plantas de sacrificio Colombianas. *Veterinaria y Zootecnia* ISSN: p.2011-5415.
- Shackelford S.D., T.L. Wheeler and M. Koohmaraie .1995. Relationship between shear force and trained sensory panel tenderness ratings of 10 major muscles from *Bos indicus* and *Bos taurus* cattle. *J Anim Sci*.73: p.3333–33403-180.
- Sutton, D.S., M. Ellis, Y. Lan, F.K. Mc Keith and E.R. Wilson. 1997. Influence of slaughter weight and stress. Gene genotype on the water-holding capacity and protein gel characteristics of three porcine muscles. *Meat. Sci.* 46: p.2-17
- Scanga, J.A., K.E. Belk, J.E Tatum, T. Grandin and G.C Smith. 1998. Factors contributing to the incidence of dark cutting beef. *J. Anim. Sci.* 76: p.2040-2047.
- Swanson, J.C and J. Morrow-Tesch. 2001. Cattle transport: Historical. Research, and future perspectives. *Journal of Animal Science*79: p.102-109
- Sañudo, C. V.Jimeno y M. Cerviño.2008. Producción de ganado vacuno de carne y tipos comerciales en España. Madrid, España. Ed. Schering-Plough: p.306.

- Strappini, A.C., K. Frankena, J.H.M. Metz, C. Gallo, B. Kemp.2008. Incidence of bruising in cattle beef carcasses in Chile. In: 4th International Workshop on the Assessment of Animal Welfare at Farm and Group Level. Ghent, Belgium, 10-13 September 2008 (Poster presentation N°77), p.149
- Strappini, A.C., J. H. Metz, C. Gallo and B. Kemp. 2009. Origin and assessment of bruises in beef cattle at slaughter. *Animal*. 5: p.728-736.
- Strappini, A.C., K. Frankena and J.H.M. Metz.2010. Prevalence and risk factors for bruises in Chilean bovine carcasses. *Meat Science*: p.859-864.
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). 2012. Manual de Buenas Practicas Pecuarias en el Sistema de Producción de Ganado Productor de Carne en Confinamiento.
- SAS.9.4 2016. Statistical software analysis, SAS Institute, Cary, NC, USA.
- SIAP.2016. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquería.
- Tarran, V. and T. Grandin.1993. cattle transport, Livestock handling and Transport, Fort Collins, CO, USA. CAB International.p 109-206.
- Tarrant, V. and T. Grandin, 2000. Cattle transport. In: Grandin, T. (Ed.)Livestock Handling and Transport, 2nd edn. CABI Publishing
- Tadich, N., C. Gallo, H. Bustamante, M. Schwerter, G. Van Schaik. 2005. Effects of transport and lairage time on some blood constituents of Friesian-cross steers in Chile. *Livest Prod Sci* 93, 223-233.
- Trunkfield, H,R and Broom D.M. 1990. The welfare of calves during handling and transport. *Applied Animal Behavior Science*, 135-152.

- Valenzuela, L.R. 2010. Descripción de las contusiones en canales bovinas utilizando una nueva pauta de evaluación. Tesis de licenciatura. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencia Animal. P. 16-35.
- Viljoen, H.F., H.L. Kock and E.C. Web. 2002. Consumer acceptability of dark, firm and dry (DFD) and normal pH beef steaks. *Meat Science* 61 (2002) 181–185.
- Villarroel, M., G. A. Maria, I. Sierra, C. Sañudo, S. Garcia, G. Gebresenbet. 2001. Critical points in the transport of cattle to slaughter in Spain that may compromise the animals welfare. *Vet. Rec.* 149: 173-176.
- Villarroel, M., G.A María, C. Sañud, J.L and G. Gebresenbet. 2003. Effect of transport time on sensorial aspects of beef meat quality. *Meat Science* 63:353.
- Warriss, P. D. 1990. The handling of cattle pre-slaughter and its effects on carcass and meat quality. *Applied Animal Behaviour Science* 28: 171-186.
- Warris, P. D. 1996. Insensibilización y sacrificio de animales. *Informativo sobre carne y productos cárneos* 21: 47-58.
- Warriss, P. D. 2003. *Ciencia de la carne*. Zaragoza, España. Ed. Acribia. 309 p.
- Weeks, C.A., P.W. McNally and P.D Warris. 2002. Influence of the facilities at auction markets and animal handling procedures on bruising in cattle. *Veterinary Record*, v.150, p.743-748.
- Young, S.K., H.Y. Seok, H.S. Young and K.L. Sung. 2003. Effect of season on color of Hanwoo (Korean native cattle) beef. *Meat Sci.* 63:509