

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN CIENCIAS VETERINARIAS



**COMPONENTES DEL EMBARQUE, TRANSPORTE Y DESEMBARQUE
ASOCIADOS A CONTUSIONES Y CALIDAD DE LA CARNE EN BOVINOS
DURANTE LA ÉPOCA CÁLIDA**

TESIS

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

PRESENTA

JOSÉ LEONARDO BOLADO SARABIA

DIRECTOR DE TESIS

PhD. CRISTINA PÉREZ LINARES

Mexicali, Baja California, México

Agosto de 2014

Componentes del embarque, transporte y desembarque asociados a contusiones y calidad de la carne en bovinos durante la época cálida. Tesis por José Leonardo Bolado Sarabia como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ciencias Veterinarias, que ha sido aprobado por el comité particular indicado.

Ph. D. Cristina Pérez Linares
Director de Tesis

Ph.D. Francisco Gerardo Ríos Rincón
Tutor externo

Ph. D. Fernando Figueroa Saavedra
Sinodal

Dr. Alfredo Estrada Angulo
Sinodal

Dr. Alberto Barreras Serrano
Sinodal

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias de la Universidad Autónoma de Baja California, por la oportunidad de poder realizar mis estudios de posgrado, a mis maestros Ph.D. Cristina Pérez Linares, Ph.D. Francisco Gerardo Ríos Rincón, Dr. Alfredo Estrada Angulo, Dr. Alberto Barreras Serrano y Ph.D. Fernando Figueroa Saavedra por todo su apoyo, confianza y paciencia durante este ciclo.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico brindado.

A las empresas: Agropecuaria JS S.A de C.V, Carnes Don Saúl S.A de C.V y Rastros y Frigoríficos de Culiacán S.A. de C.V. por las facilidades brindadas para llevar a cabo este estudio.

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mis padres Guillermo Bolado Villarreal y Exaltación Sarabia Ramírez, quienes me han apoyado para poder llegar a esta instancia de mis estudios, ya que sin su amor, trabajo y sacrificio no habría llegado hasta aquí y convertirme en lo que soy. De igual forma a mi hermana Iris Netzay Bolado Sarabia y mi sobrino Emiliano Reyes Bolado por su cariño y apoyo incondicionales.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Bienestar animal (BA)	3
Estrés previo al Sacrificio	4
<i>Manejo durante el embarque y desembarque</i>	<i>4</i>
<i>Transporte</i>	<i>5</i>
<i> Diseño del vehículo y condiciones microambientales durante el transporte ..</i>	<i>11</i>
Aspectos Fisiológicos asociados al estrés en los animales	12
Calidad de la carne	14
<i> Carne DFD</i>	<i>16</i>
<i> pH.....</i>	<i>16</i>
<i> Color</i>	<i>17</i>
LITERATURA CITADA	19

INTRODUCCIÓN

El buen manejo de los animales durante las etapas previas al embarque, transporte y desembarque minimiza los niveles de estrés, mejora la eficiencia y garantiza una buena calidad de carne. Un manejo inadecuado repercute negativamente tanto en el bienestar animal como en la calidad de la carne. Miranda de la Lama (2013) señala la importancia de las etapas previas al sacrificio como puntos críticos sobre la presencia de contusiones y la calidad de la carne. Dentro de ellas, el transporte de los bovinos para el abasto se ha asociado con diferentes formas de contusiones así como las regiones anatómicas donde se presentan, provocando un incremento en la morbilidad y mortalidad, una disminución de la calidad de la carne y en algunos casos se reportan pérdidas por recorte de tejido afectado de aproximadamente 0.5 a 0.6 kg (Minka y Ayo, 2007; Strapinni et al., 2009; Andrade et al., 2008).

Prácticas de manejo inadecuadas previas al sacrificio pueden repercutir en el bienestar animal, esto se verá reflejado directamente sobre las características fisicoquímicas que definen la calidad de la carne. Entonces, es importante resaltar la influencia de las etapas previas al sacrificio en bovinos, por el estrés que pueden generar e impactar directamente sobre el bienestar animal y la calidad de la carne (Gallo y Tadich, 2008).

Por lo tanto el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de los componentes del embarque, transporte y desembarque en su asociación a la presencia de contusiones y calidad de la carne en bovinos durante la época cálida.

REVISIÓN DE LITERATURA

Bienestar animal (BA)

Se define como: un animal en estado de armonía con su ambiente y la forma por la cual reacciona frente a los problemas del medio, tomando en cuenta su confort, su alojamiento, trato, nutrición, prevención de enfermedades, cuidado responsable, manejo y eutanasia humanitaria cuando corresponda (FAO, 2012).

En la actualidad el bienestar animal se ha establecido como una de las áreas de mayor atención dentro de las Ciencias Veterinarias, estrechamente vinculada a la salud física y mental de los animales sometidos a diversos grados de control por el hombre. Existen tres diferentes enfoques relacionados a la importancia del BA: 1) Funcionamiento biológico, según el cual, el BA depende de un alto nivel, de salud, crecimiento, eficiencia y producción (enfoque veterinario), 2) Esta se concibe como un estado de vida natural, según la cual, los animales deben ser libres en un ambiente natural y utilizar las adaptaciones propias de su especie (enfoque de consumidores y críticos que se oponen a la industrialización de la producción animal) y 3) esta última hace énfasis en el estado sentimental de los animales y recomienda prevenir estados negativos como el dolor, sufrimiento o miedo y posibilitar los estados positivos como confort y satisfacción (Miranda de la Lama, 2008).

Estrés previo al Sacrificio

Incluye las condiciones y prácticas que aplican durante el periodo en el que el animal es movilizado de la granja hasta entrar al cajón de aturdimiento. Existen algunos factores, que afectan en mayor proporción a la canal: la deshidratación y el hambre en bovinos trasladados directamente de la granja a la planta de sacrificio y la actividad física y fatiga, durante el tiempo previo al sacrificio. Los animales son sometidos a actividad física adicional, esto debido al incremento en el manejo y movimiento durante el transporte si el espacio es insuficiente para echarse, entonces tendrá repercusiones en la concentración de glucógeno muscular y potencialmente en los valores de pH (Ferguson y Warner, 2008).

Manejo durante el embarque y desembarque

Se ha descrito al manejo como un factor estresante en el transporte del ganado. El estrés asociado con el manejo durante el embarque y desembarque puede variar de acuerdo con la calidad del manejo (Burdick, 2010), experiencia del personal, temperamento y condición de los animales así como la eficiencia de las instalaciones utilizadas (Grandin, 2001). Un buen manejo resulta en un mejor BA, calidad de la carne y de la canal (menor frecuencia de contusiones y carne DFD); se ha sugerido que el estrés experimentado por el ganado como resultado de un proceso de embarque y desembarque deficiente puede ser más

perjudicial que el propio transporte (Schwartzkopf et al., 2012). Estas malas prácticas han sido relacionadas con un incremento en los niveles plasmáticos de cortisol y del ritmo cardíaco (Booth et al., 2007). En un estudio realizado por Warren et al., (2010) en una planta de sacrificio en Ontario, Canadá, registraron que solo el 2.2% de los conductores recibieron una calificación mala al momento de auditar el bienestar animal, esta calificación les fue asignada por un uso excesivo de picana eléctrica o por provocar la caída del ganado en el espacio que quedaba entre la rampa de desembarque y el vehículo, por lo cual Grandin (2001) recomienda hacer auditorias frecuentes para hacer de las buenas prácticas de manejo una cuestión rutinaria porque de lo contrario los efectos positivos de éstas (mejor calidad de carne) decaerán.

Transporte

Esta parte resulta relevante para la industria de la carne porque requiere de bastante planeación e infraestructura (Miranda de la Lama, 2010). En este sentido el transporte por vía terrestre es un factor importante económicamente ya que puede causar en los animales estrés físico, mental y fisiológico (Knowles, 1998), determinando finalmente si el impacto es mayor o menor sobre el bienestar animal y la calidad del producto final (Von Borell, 2001). Un transporte efectivo requiere del control de varias etapas críticas que incluye a 1) las explotaciones, 2) transportistas, 3) puntos intermedios (mercados de subasta, centros de acopio, centros de clasificación, puntos de control sanitario, puntos de parada y descanso) y 4) la planta de sacrificio (Miranda de la Lama,

2012). Forma parte de un eslabón importante dentro de la cadena productiva, no debe ser mayor a 24 horas ya que de extenderse este tiempo el animal perderá peso por excreción de heces y orina y posteriormente por catabolismo. El ambiente extraño, movimientos en el interior del camión, densidades de carga, tiempo de ayuno, condiciones ambientales entre otras, pueden afectar tanto el bienestar de los animales como la calidad de la carne (Pantanalli, 2008). Esta etapa genera un marcado estrés en los animales. Su intensidad depende principalmente de la 1) habilidad de conducción, 2) duración del transporte, 3) niveles de vibración, 4) ayuno, 5) condiciones climáticas, 6) diseño del vehículo, 7) densidades de carga y 8) mezcla de grupos sociales. Estos componentes hacen del transporte una parte estratégica, la cual debe ser dirigida a garantizar el BA, entonces, los aspectos más relevantes del transporte son: a) los camiones deben ser diseñados especialmente para el transporte de animales bajo condiciones micro ambientales aceptables y resguardado de su integridad física; b) los pisos deben ser antideslizantes para reducir el riesgo de caídas, pudiendo ser de metal o madera; c) el microclima creado dentro del remolque debe ser fácilmente controlable para mejorar el bienestar animal, d) las densidades de carga no deben sobrepasar los 500 kg/m^2 , cuando las densidades son bajas los animales pueden echarse y moverse, sin embargo, si la técnica de conducción y el estado de la carretera son malas, es probable que el conductor pierda el control, por lo tanto la incidencia de contusiones puede incrementarse y por el contrario con densidades altas los animales no tienen espacio suficiente para moverse y el transporte resulta incómodo y de igual forma la incidencia de lesiones se incrementa por lo que es recomendable usar

densidades promedio (455 kg/m^2) (Tarrant y Grandin, 1993); e) el chofer del camión debe contar con habilidad para transportar animales (Miranda de la Lama, 2011b; Miranda de la Lama, 2012). Se ha demostrado que el transporte de los animales de abasto está asociado con diferentes formas de lesiones. Esto se debe a que durante el transporte múltiples factores estresantes influyen sobre el animal. Esto generalmente incrementa la morbilidad y mortalidad, baja calidad de la carne y como consecuencia ocurre una pérdida económica sustancial (Knowles, 1999; Minka y Ayo, 2007), por lo tanto se requiere el desarrollo de nuevos métodos logísticos de transporte para mejorar el bienestar animal y la calidad de la carne.

Universalmente se acepta que la ocurrencia de las contusiones tiene un impacto negativo sobre el bienestar animal así como en la calidad de la carne de bovino. Las contusiones no solo son un indicador de un pobre bienestar animal sino que además son causa de pérdidas económicas sustanciales, debido a que una carne golpeada no es apta para consumo humano por lo tanto tiene que ser cortada la porción afectada. Existen diversos factores que influyen sobre la ocurrencia de contusiones en los animales, tales como los propios del animal (cuernos, comportamiento, edad, sexo y raza), ajenos a éste como lo son el transporte, el cual está asociado con diferentes tipos de lesiones, se ha hecho énfasis sobre la relación entre la distancia recorrida y la ocurrencia de contusiones en bovinos, sugiriendo así que la presencia y severidad se incrementa a la par de la distancia recorrida; por otra parte, se dice que la condición bajo la cual se efectúa el transporte es más importante que el tiempo

total de éste, porque una vez que el animal se adapta a estas condiciones el tiempo es un problema menor comparado con las densidades de carga, diseño del vehículo, tipo de camino o habilidad de conducción del chofer (Strapinni et al., 2009).

El registro y evaluación de contusiones presentes en las canales bovinas, resultan prácticos para evaluar las condiciones previas al sacrificio de los animales, asimismo, pueden indicar la ocurrencia de problemas relacionados con el BA en cualquier etapa del proceso (Romero et al., 2011a).

En el ganado bovino principalmente en ganado del tipo racial *Bos indicus* se ha observado que las lesiones en este tipo de ganado se asocian principalmente a la presencia de cuernos, al mal manejo por parte del personal y a los malos hábitos de conducción. En Brasil, se llevó a cabo un estudio en el que se registró un 84.3% de canales con presencia de contusiones de esta proporción la mayor parte se presentó en los animales transportados por carretera durante más de una hora y distancias mayores a 70 km y en los animales que fueron transportados por caminos rurales (Andrade et al., 2008). Sin embargo en un estudio conducido por Minka y Ayo (2007) observaron que el ganado transportado durante 10 a 12 horas se lesionó menos a pesar de tener cuernos en comparación con el ganado transportado durante 12 a 24 horas el cual presentó de 50 a 62% de animales lesionados.

Miranda de la Lama et al. (2011a) evaluaron el bienestar animal en el ganado bovino en una planta de sacrificio tipo inspección federal TIF en Mexicali, Baja California, México y observaron que el 92% de las canales presentaban algún grado de contusión. Aunque la frecuencia de las contusiones y la distancia recorrida durante el transporte pueden estar correlacionadas, las condiciones específicas bajo las cuales los animales son transportados son los factores más importantes a considerar. En este estudio los animales provenían de corrales cercanos a la planta de sacrificio, el tiempo de transporte no excedía 60 minutos, los camiones estaban diseñados exclusivamente para el transporte de bovinos, y sin embargo, una vez sacrificados los animales observaron que la mayoría de las contusiones encontradas fueron de entre 6 a 10 cm de diámetro y clasificadas como grado 1 (hemorragia subcutánea), esto se asoció principalmente a la presencia de cuernos y a las pobres prácticas de manejo por parte del personal que pueden provocar ligeros golpes suficientes para provocar hemorragias subcutáneas durante el manejo previo al sacrificio. Concluyeron que la alta frecuencia de contusiones revela serios problemas causados por el limitado conocimiento del BA por parte tanto de los trabajadores de las explotaciones como de los de la planta de sacrificio.

Según Strapinni et al. (2009), el tiempo de transporte es un problema menor comparado con las densidades de carga, diseño del vehículo, tipo de camino o habilidad de conducción del chofer. En Colombia se llevó a cabo un estudio en una planta de sacrificio, en la que se evaluaron y clasificaron (grado 1, 2 y 3) y localizaron (lomo, paleta, pierna, costillar y abdomen) las contusiones

presentadas en las canales de los bovinos de acuerdo a la penetración de la lesión en el tejido. Del total de animales transportados el 77.1% eran de encaste *Bos indicus*, así mismo un 50.7% del total se caracterizó por tener tiempos de transporte de entre 6 y 12 horas. Se utilizaron densidades de carga menores a 300 kg/m² en el 19.6% de los bovinos, para el 52.8% densidades de 300 y 350 kg/m² y más de 350 kg/m² en el 27.8%. Una vez sacrificados los animales se evaluaron las canales y se encontró que el 84.3% de estas presento algún tipo de contusión, de estas el 97.1% correspondía a grado 1, localizadas principalmente en la pierna y lomo (70%). Cada canal presentó un promedio de 5.25 contusiones. Estos resultados se asociaron con la presencia de embarcadero en las explotaciones, densidades de carga y animales con cuernos (Romero et al., 2011a).

El nivel de contusiones varia con la edad y sexo de los bovinos, siendo más frecuente en animales de desecho y en las hembras, en este estudio las hembras fueron más susceptibles de presentar lesiones ($P < 0.05$), estos resultados concuerdan con los observados por Strapinni et al., (2011), esto se puede deber a que estos animales son de menor valor comercial, lo cual los vuelve más vulnerables a malos manejos por parte de los operarios, así como por su delgada capa de grasa dorsal y piel (Romero et al., 2011 c).

Densidades muy altas durante el transporte son perjudiciales para el BA, además impiden que los animales se echen, lo que puede causar fatiga y daño muscular ya que éstos tienden a echarse luego de aproximadamente 4 horas de

viaje). En un estudio realizado por Gallo et al. (2005) donde registraron densidades de hasta 693 kg/m², observaron que los animales sufren mayor estrés y producen inferior calidad de carne y mayor prevalencia de contusiones. La tendencia a usar altas densidades de carga en el transporte animal se explica por razones económicas, ya que al cargar el máximo número de animales posible en los camiones se disminuyen los costos del transporte (Gallo et al., 2005).

Diseño del vehículo y condiciones micro ambientales durante el transporte: El microambiente generado en el interior del vehículo es resultado de varios factores y sus diversas interacciones, estos incluyen la temperatura ambiental, ventilación, producción de calor y agua por parte de los animales y cualquier otro factor externo de humedad y calor, siendo estos dos últimos factores los más importantes para desencadenar un estrés calórico en el animal. El transporte de animales hacinados genera grandes cantidades de calor y humedad dentro del vehículo, el efecto que este ambiente húmedo y caliente hace que el animal se los esfuerce más en termo regularse para mantener la homeostasis (Mitchell y Kethwell, 2008).

Mitchell y Kethlewell (2008) sugieren que el diseño del vehículo juega un papel crucial para controlar las condiciones micro climáticas dentro de él y por lo tanto sobre el BA y calidad de la carne. En un estudio realizado en Texas, E.U. se compararon vehículos convencionales contra vehículos modificados para una mejor ventilación; se transportaron 160 vaquillas durante 11 a 12

horas en el verano, el estudio registro que los vehículos modificados lograron disminuir su temperatura interna hasta 4°C y sus concentraciones de amoniaco, además se encontró que las pérdidas de peso fueron menores en estos vehículos (Schwartzkopf et al., 2012).

Aspectos Fisiológicos asociados al estrés en los animales

La observación del comportamiento animal y su productividad también se usan para determinar y medir el estrés. Los cambios en el comportamiento animal, como el cojeo, incremento en la vocalización, abortos espontáneos y patrones de sueño inusuales, son indicadores de estrés y temor, estos minimizan la ganancia de peso y el comportamiento anormal incrementa los desórdenes neuróticos, niveles de corticoides y la presión arterial además de suprimir el sistema inmune. Se dice que entre más joven el animal su sistema nervioso esta menos desarrollado, por lo tanto la respuesta de estrés es mitigada (Lanier, 2010).

El estrés se relaciona con cambios en la concentración sanguínea de cortisol, glucosa, ácidos grasos volátiles (β -HBA) y hematocrito (VGA), también se pueden medir indicadores enzimáticos como la creatinfosfoquinasa (CK (Amtann et al., 2006).

Al respecto, Tadich et al. (2003) utilizaron 120 novillos (divididos en 4 grupos) durante dos temporadas (primavera e invierno). Un grupo de estos

animales fueron transportados durante 3 horas mientras otro grupo se mantuvo bajo las mismas condiciones de ayuno pero en la explotación, los últimos dos grupos se mantuvieron bajo condiciones similares a los primeros solo variando el tiempo de transporte y confinamiento previo al sacrificio (16 horas), durante este tiempo no consumieron alimento ni bebieron agua, posterior a esto se tomaron muestras sanguíneas y observaron que los novillos transportados durante 3 horas y aquellos confinados durante 16 horas tuvieron concentraciones plasmáticas de cortisol más altas, sin observarse influencia de la época del año sobre esta variable, en cuanto al hematocrito, conteo de leucocitos y glucosa observaron la misma tendencia, animales transportados durante 3 horas y confinados durante 16 horas mostraron valores más altos, concluyendo que las variables de tiempo de transporte y confinamiento o tiempo de reposo son indicadores significativos de estrés.

Tadich et al. (2004) evaluaron el efecto de dos tiempos de transporte (3 y 16 horas) y cuatro tiempos de confinamiento en la planta de sacrificio (3, 6, 12 y 24 horas) sobre las variables sanguíneas indicadoras de estrés en novillos para validar la legislación actual en Chile sobre el tiempo mínimo de espera del ganado en los mataderos de Chile que es de 12 horas; el estudio se llevó a cabo en 80 animales en verano y 80 en invierno, 43 novillos fueron transportados por tres horas y 40 por 16 horas. En los animales transportados por tres horas, las concentraciones plasmáticas de glucosa solo se incrementaron luego de 24 horas de confinamiento. Observaron que el confinamiento incrementó los niveles plasmáticos de cortisol

independientemente del tiempo de transporte, también las concentraciones de glucosa en los animales transportados durante 16 horas aumentaron aún más después de tres y seis horas de confinamiento pero disminuyeron después de 12 y 24 horas. Después de 24 horas de confinamiento, los animales transportados por 16 horas mostraron un incremento en las concentraciones de β -HBA comparados con los transportados durante tres horas. Luego de 24 horas la actividad de la CK se incrementó en los animales después del transporte pero no durante el confinamiento. Concluyeron que no existe efecto benéfico alguno sobre el bienestar de los animales durante un largo tiempo de confinamiento en la planta de sacrificio.

Calidad de la carne

Se puede definir como un conjunto de características cuya importancia relativa le confiere al producto un mayor nivel de aceptación y un mayor precio frente a los consumidores o a la demanda del mercado. La calidad de la carne, que en última instancia la fija el consumidor, está determinada por una serie de factores como el color, terneza y sabor. Por lo tanto, puede decirse que los intentos por definir la calidad de la carne implican tanto su atractivo como su palatabilidad (Consigli, 2001).

Uno de los cambios más importantes que ocurre en el músculo *post mortem* es el descenso del pH, mientras el animal permanece vivo este se encuentra en valores próximos a 7, disminuyendo una vez sacrificado a valores

de 5.5 a 5.7. Esto se debe a que una vez muerto el animal mediante glucógenolisis, el glucógeno que se encuentra de reserva en el músculo se degrada de forma anaerobia transformándose así en lactato y disminuyendo el pH. Este proceso es benéfico para la conservación del producto final (Herrera, 2008).

La rentabilidad de cualquier empresa que se dedique a la industria de la carne debe enfocarse a producir animales que sean convertidores eficientes de alimento, de crecimiento rápido y tener una carne magra todo esto con el mínimo costo de producción. Esto se ha logrado gracias a la manipulación genética de los animales a través de una cuidadosa selección de razas. Pero esta mejora genética ha generado animales que son mucho más susceptibles al estrés y consecuentemente al desarrollo de defectos de calidad de la carne como la carne pálida, suave y exudativa (PSE) y la carne oscura, firme y seca (DFD). La carne DFD no resulta atractiva a la vista y es discriminada por los consumidores, además tiene pobres características de procesado y un alto grado de deterioro comparada con la carne normal, esta condición es una causa significativa de pérdidas económicas. En Australia se han reportado pérdidas de hasta 20 millones de dólares anuales. Se ha registrado que las hembras y los novillos son más susceptibles a desarrollar carne DFD en comparación con los machos enteros (Adzitey y Nurul, 2011).

Carne DFD: La carne DFD (oscura, firme y seca) o corte oscuro es un defecto de calidad persistente caracterizado por un pH muscular elevado. Según Pantannalli (2008), un pH alrededor de 5.8, trasciende en defectos de calidad como la carne DFD, que se caracteriza por presentar alta retención de agua y textura firme y pegajosa además de un color rojo oscuro. Es ampliamente aceptado que la disminución de las reservas musculares de glucógeno previa al sacrificio es responsable de este defecto. La glucógenolisis excesiva *ante mortem* se puede derivar de cualquier cambio físico o psicológico del animal (Apple et al., 2005).

Lensink et al. (2000a) demostraron que en animales que fueron tratados positivamente el nivel de glucógeno muscular al sacrificio es alto, esto debido probablemente a una baja respuesta de miedo previa al sacrificio.

pH: El pH muscular es dependiente de sus reservas de glucógeno al sacrificio, que a su vez depende del gasto de energía debido al ejercicio o al estrés previo al sacrificio. Si el alto valor de pH en el músculo se origina por estrés o ejercicio, esto quiere decir que su actividad locomotora se ve incrementada, por lo tanto el efecto del pH será más notorio en el músculo de la pierna que por ejemplo en el *Longissimus thoracis* esto debido a que el primero está más relacionado con la locomoción del animal (Lensink et al., 2000b).

El descenso limitado del pH causado por estímulos como el estrés, frío, miedo, enfermedad, calor, intensa actividad física previa al sacrificio, olores

nuevos, ruptura de grupos sociales, privación de agua y alimento, instalaciones inadecuadas, tiempos prolongados de espera y agrupación de animales de distinta procedencia también pueden generar carne DFD, debido al incremento en el consumo de energía del músculo y a la disminución de la cantidad disponible de glucógeno para la producción de lactato posterior al sacrificio (Ramírez, 2004).

Color: El color de la carne está determinado principalmente por la cantidad y estado químico del hierro contenido en la mioglobina como en la hemoglobina. La cantidad de hemoglobina en la carne es dada por la cantidad de sangre que permanece en la canal luego del sacrificio. La concentración de mioglobina es muy variable tanto entre especies como entre músculos; generalmente los animales más activos poseen una concentración de mioglobina más alta comparado con animales sedentarios. Animales sometidos a un plano nutricional alto con el consecuente rápido crecimiento tienden a tener niveles de mioglobina más bajos. Y la edad, en los animales de mayor edad los niveles de pigmento aumentan y por lo tanto tienden a producir carne más oscura (Mencarini, 2002).

La coloración oscura de la carne no solo está asociada a la edad y actividad del animal, también está relacionado con la disminución de las reservas de glucógeno muscular y hepático. La exposición de los animales a condiciones adversas como: falta de alimento o agua, peligro, mezcla de animales de distinta procedencia, ambiente extraño, fatiga, luz, calor, frío,

espacio insuficiente, hace que el animal entre a un estado de estrés con repercusiones sobre la calidad de la carne, esto provoca un excesivo consumo de glucógeno, disminuyendo la producción de ácido láctico, impidiendo con esto la ruptura de las fibras musculares y el descenso normal del pH. La carne presentara una coloración oscura denominada “Dark cutting beef” o carne “DFD” (Gallo y Tadich, 2008), que por sus siglas en ingles significa carne oscura, firme y seca.

En un estudio realizado por Lensink et al. (2000b) en el cual evaluaron el efecto del trato positivo en vaquillas en el transporte (normal y tiempo extendido) y en la explotación y como este influyó sobre valores de color, reportaron solo diferencias significativas ($P < 0.05$) 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 (de 12.0 a 11.7). De la Fuente et al. (2010) observaron que algunos parámetros de color se vieron ligeramente afectados por el tiempo de transporte, los animales transportados durante 30 minutos mostraron tendencia a valores de a^* altos y h^* bajos que los animales con 5 horas.

LITERATURA CITADA

Adzitey, F. and H. Nurul. 2011. Pale soft exudative (PSE) and dark firm and dry (DFD) meats: causes and measures to reduce these incidences – a mini review. *International Food Research Journal* 18: 11-20.

Amtmann, V. A., C. Gallo, G. Van Schaik. y N Tadich. 2006. Relaciones entre el manejo antemortem, variables sanguíneas indicadoras de estrés y pH de la canal en novillos. *Arch. Med. Vet.* 38 (3): 259-264.

Andrade, E.N., R.M. Aguilar, R.R. de Oliveira, L.S Carvalho, H.C. Goncalves y R.S. Bonilha. 2008. Ocorrência de lesões em carcaças de bovinos de corte no Pantanal em função do transporte. *Ciencia rural.* 38:1991-1996

Apple, J. K., M. E. Dikeman, J. E. Minton, R. M. McMurphy, M.R. Fedde, D. E. Leith and J. A. Unruh. 1995. Effects of restraint and isolation stress and epidural blockade on endocrine and blood metabolite status, muscle glycogen metabolism and incidence of dark-cutting *longissimus* muscle of sheep. *J. Anim. Sci.* 73: 2295-2307.

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.* 83:1202-1214.

Booth, M. M., Schwartzkopf, G. K., Brown, F. A., Holmes, C. L., Schaefer, A. L. and McAllister, T. A. 2007. Physiological and behavioural responses to short-haul transport by stock trailer in finished steers. *Canadian Journal of Animal Science*, 87: 291–297.

Burdick, N. C., Carroll, J. A., Hulbert, L. E., Dailey, J. W., Willard, S. T. and Vann, R. C. 2010. Relationships between temperament and transportation with rectal temperature and serum concentrations of cortisol and epinephrine in bulls. *Livestock Science*, 129: 166–172.

Carter, L.M. y C.B. Gallo. 2007. Efectos del transporte prolongado por vía terrestre y cruce marítimo en transbordador sobre pérdidas de peso vivo y características de la canal en corderos. *Arch. Med. Vet.* 40: 259-266.

- Consigli, R. 2001. ¿Qué es la calidad de la carne?. 6ª Jornada El Negocio de la Carne. La Voz del Campo EEA INTA Manfredi. Universidad Católica de Córdoba. Disponible: http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/carne_y_subproductos/21que_es_la_calidad_de_la_carne.pdf. Fecha de acceso: 25 de Septiembre de 2012.
- Ferguson, D.M. and R.D. Warner 2008. Have we underestimated the impact of pre-slaughter stress on meat quality. J. Meat Sci. 80: 12:19.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO. 2012. Bienestar Animal Ganadero. Disponible: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/. Fecha de acceso: 04 de Octubre de 2012.
- Forrest, C.J., E.D. Aberle, H.B. Hedrick, M.D. Judge y R.A. 1979. Merkel. Fundamentos de Ciencia de la Carne. Editorial Acribia. Zaragoza, España. p.150-151.
- Gallo C., P. Warriss, T. Knowles, R. Negrón, A. Valdés, y L. Mencarini. 2005. Densidades de carga utilizadas para el transporte de bovinos destinados a matadero en Chile. Arch. Med. Vet. 37:155-159.
- Gallo, C. y N. Tadich. 2008. Bienestar animal y calidad de la carne durante los manejos previos al faenamiento en bovinos. REDVET. Revista electrónica de veterinaria. 9: 1695-7504.
- Grandin, T. 2001. Perspectives on transportation issues: The importance of having physically fit cattle and pigs. J. Anim. Sci. 79: E201–E207.
- Higuera, M. M. 2000. Variaciones en eficiencia productiva y rentabilidad de la empresa en tres explotaciones de ovino de pelo en Tamaulipas. Tesis de Maestría. Facultad de agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León. p.10-14.
- Knowles T.G. 1998. Effects of stocking density on lambs being transported by road. Vet. Rec. 142:503-509.
- Knowles T.G. 1999. A Review of the road transport of cattle. Vet. Rec. 144:197-201.

- Lanier, L.J. 2008. El miedo y el estrés en procesos estándares agropecuarios. *Revista electrónica de Veterinaria*.9:(10B). 1695-7504.
- Lensink, B.J., X. Fernandez, X. Boivin, P. Pradel, P. Le Leindre and I. Vessier. 2000a. The impact of gentle contacts on ease of handling, welfare and growth of calves and quality of veal meat. *J. Anim. Sci.* 78: 1219-1226.
- Lensink, B.J., X. Fernandez, G. Cozzi, L. Florand and I. Veissie.2000b. The influence of farmer's behavior on calves reactions to transport and quality of veal meat. *J. Anim. Sci.* 79: 642-652.
- 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.
- Mencarini, V.I. 2002. Efecto de dos densidades de carga y dos tiempos de transporte sobre el contenido de glucógeno hepático y muscular, pH y color de la carne. Tesis de Licenciatura. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencia y Tecnología de Carnes.p. 7-25.
- 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: 91-95.
- Miranda de la Lama, G.C. 2008. Comportamiento y bienestar en la producción animal: Hacia una interpretación integral REDVET. *Revista Electrónica de Veterinaria.* 9(10B):1-8.
- Miranda de la Lama, G.C., M. Villarroel, G. Liste, J. Escós and G.A. Maria. 2010. Critical points in the pre-slaughter logistic chain of lambs in Spain that may compromise the animals welfare. *Small Rumin. Res.* 90:174-178.
- Miranda de la Lama, G.C., I. Leyva, A. Barreras-Serrano, C. Pérez-Linares, E. Sánchez-López, G. Maria and F. Figueroa-Saavedra . 2011a. Assesment of cattle welfare at a comercial slaughter plant in the northwest of Mexico. *Trop Anim Health Prod.* 44: 497-504.

- Miranda de la Lama, G.C., P. Monge, M. Villarroel, J.L. Olleta, S. Garcia-Velenguer and G.A. Maria. 2011 b. Effects of road type during transport on lamb welfare and meat quality in dry hot climates. *Trop. Anim. Health. Prod.* 43: 915-922.
- Miranda de la Lama, G.C. 2012. Transporte y logística pre-sacrificio: principios y tendencias en bienestar animal y su relación con la calidad de la carne. *Vet. Méx.* 44: 31-56.
- Mitchell, M. A. and Kettlewell, P. J. 2008. Engineering and design of vehicles for long distance transport of livestock (ruminants, pigs and poultry). *Veterinaria Italiana*. 44: 201–213.
- Pantanalli, W.C. 2008. Características de pH de las canales ovinas faenadas en la planta Mañihuales de Coyhaique y su relación con distancia de procedencia y tiempo de espera de los animales. Tesis de Licenciatura. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencia Animal. p.3-5.
- Ramírez, T.J. 2004. Características bioquímicas del musculo, calidad de la carne y de la grasa de conejos seleccionados por velocidad de crecimiento. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. Facultad de Veterinaria. Bellaterra, Barcelona. p.31.
- Romero, P.M., C. Gutiérrez y J.A. Sánchez. 2011a. Evaluación del manejo pre sacrificio y su relación con la presencia de contusiones en canales bovinas. *Biosalud*. 10: 28-36.
- Romero, P.M., J.A. Sánchez y C. Gutiérrez. 2011b. Evaluación de prácticas de bienestar animal durante el transporte de bovinos para sacrificio. *Rev. Salud Pública*. 4: 684-690.
- Romero, P.M., C. Gutiérrez y J.A. Sánchez. 2011c. Evaluación de contusiones como un indicador de bienestar animal durante el pre-sacrificio de bovinos. *Rev. Col. Cienc. Pecu.* 25:267-275.

- Schwartzkopf, G.K., L. Faucitano, S. Dadgar, P. Shand, L.A. Gonzalez and T.G. Crowe. 2012. Road transport of cattle, swine and poultry in North America and its impact on animal welfare carcass and meat quality: a review. *Meat Science*. 92: 227-243.
- Strappini, A.C., J. H. Metz, C. Gallo, and B. Kemp. 2009. Origin and assessment of bruises in beef cattle at slaughter. *Animal*. 5: 728-736.
- Strappini, A.C., K. Frankena, H.M. Metz, C. Gallo and B. Kemp. 2011. Characteristics of bruises in carcasses of cows sourced from farms or from livestock markets. *Animal*. 3: 502-509.
- Tadich, N., C. Gallo y E. Echeverría. 2003. Efecto del ayuno durante dos tiempos de confinamiento y de transporte terrestre sobre algunas variables sanguíneas indicadoras de estrés en novillos. *Arch. Med. Vet.* 35: 171-185.
- Tadich, N., C. Gallo, H. Bustamante, M. Schwerter and G. Van Schaik. 2004. Effects of transport and lairage time on some blood constituents of Friesian-cross steers in Chile. *Livestock Prod. Sci.* 93: 223-233.
- Von Borrel, E.H. 2001. The biology of stress and its application to livestock housing and transportation assessment. *J. Anim. Sci.* 79:260.
- Warris, P.D., J.E. Edwards and T.G. Knowles. 2003. Survey of the stocking densities at which sheep are transported commercially in the United Kingdom. *Vet. Rec.* 150(8):233-236.