

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN CIENCIA VETERINARIAS



EFFECTO DEL MANEJO Y COMPORTAMIENTO ANTE-MORTEM DE BOVINOS RAZA HOLSTEIN ENTEROS E INMUNO CASTRADOS SOBRE LOS VALORES DE COLOR (L^* , a^* , b^* , C^* , H^*) y pH DE LA CARNE

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

PRESENTA
MVZ. MANUEL BERSAIN ZUÑIGA VELASCO

DIRECTOR DE TESIS
Ph.D. FERNANDO FIGUEROA SAAVEDRA

CO – DIRECTOR
Ph.D. CRISTINA PÉREZ LINARES

Mexicali, Baja California, México

Enero del 2017

Efecto del manejo y comportamiento ante-mortem de bovinos raza Holstein enteros e inmunocastrados sobre los valores de color (L*, a*, b*, C*, H*) y pH de la carne. Tesis presentada por MVZ. Manuel Bersain Zúñiga Velasco como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ciencias Veterinarias, que ha sido aprobado por el comité particular indicado.

Ph.D. Fernando Figueroa Saavedra

Director de Tesis

Ph.D. Cristina Pérez Linares

Co – Director

Dr. Alberto Barreras Serrano

Sinodal

Dr. Eduardo Sánchez López

Sinodal

CONTENIDO

	Pág.
AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIAS.....	ii
RESUMEN.....	iii
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Castración.....	3
Inmunocastración.....	5
Manejo previo al sacrificio.....	7
Tiempo de arreo.....	11
Comportamiento en corrales de espera.....	11
Calidad de la carne en toros enteros e inmunocastrados.....	16
MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
Localización del área de estudio.....	19
Animales.....	19
Factores a evaluar.....	19
Duración del estudio.....	20
Sacrificio.....	20
Metodología.....	20
Manejo.....	20
Comportamiento.....	21
pH y color (L*, a*, b*, C*, H*).....	21
Análisis estadístico.....	22
Hipótesis.....	23
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
CONCLUSION.....	29
LITERATURA CITADA.....	30

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por abrir las puertas correctas en mi vida y poner los medios para poder desempeñarme profesional y espiritualmente.

Al Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias de la UABC, por permitirme cursar el Posgrado.

A mis maestros, por su paciencia, por compartir sus conocimientos conmigo y ser ejemplos a seguir.

A mis asesores de tesis Dr. Eduardo Sánchez López, Ph.D. Cristina Pérez Linares y Dr. Alberto Barreras Serrano, por su sabiduría, su paciencia y sus correcciones.

A mi tutor, Ph.D. Fernando Figueroa Saavedra, por apoyarme, guiarme y ser parte influyente en el cambio de vida que he realizado.

A la Planta de Sacrificio TIF 511, por permitirme realizar mi proyecto de maestría.

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

DEDICATORIA

A mi abuelita Manuelita que aunque ya no está físicamente conmigo me acompaña en cada decisión que tomo, y que gracias a sus sabios y oportunos consejos me han orientada a ser la persona que soy.

A mis padres Hugo Zuñiga y Deifilia Velasco por darme la oportunidad de haberme forjado como la persona que ahora soy, aunque no soy perfecto, me esfuerzo por ser mejor cada día.

A mi esposa Eslyn Solis por tenerme paciencia y estar conmigo en esta parte de mi formación profesional, en donde nos a ayudado a crecer no solo como profesionistas sino como pareja.

A mis amigos por pasar momentos gratos junto con ellos apoyándonos en las buenas y las malas.

Muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este. Me motivaron constantemente para alcanzar mis metas y seguir superándome en la vida.

RESUMEN

Efecto del manejo y comportamiento ante-mortem de bovinos raza Holstein enteros e inmuno castrados sobre los valores de color (L^* , a^* , b^* , C^* , H^*) y pH de la carne

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del manejo y comportamiento ante-mortem de bovinos raza Holstein enteros e inmuno castrados sobre los valores de color (L^* , a^* , b^* , C^* , H^*) y pH de la carne. Se utilizaron un total de 510 toros de la raza Holstein con un peso promedio vivo de 580 kilogramos y 250 días de engorda. Se utilizaron 235 machos inmuno castrados y 275 machos enteros ambos en 4 diferentes lotes. Los lotes se formaron después de 24 horas de la llegada de los animales a la engorda, se les aplicó el procedimiento de rutina (vacunación y desparasitación). Los factores de manejo fueron: tiempo de arreo en el transporte, tiempo de espera en corrales (tierra, piso), temperatura, humedad relativa, tiempo total de manejo, número de personas que participan en el arreo, instrumentos utilizados en el arreo), mientras que los de comportamiento fueron: animales que montan, con diarrea, con micción transparente, que vocalizan, que salivan, que pelean, No se encontró efecto del manejo y comportamiento de los animales tanto en enteros como en inmuno castrados sobre las características de pH y color (L^* , a^* , b^* , C^* , H^*) de la carne.

Palabras Clave: Manejo, comportamiento, Inmuno castración, color, pH.

INTRODUCCIÓN

En México los toros de la raza Holstein no tienen utilidad en los sistemas de producción de leche, lo cual resulta en una problemática cuando hay sobreproducción de estos, en la actualidad su uso en los sistemas de producción de carne está en auge por ser barata. Sin embargo se han detectado una serie de problemas al utilizar toros enteros en el comportamiento, como la dificultad en el manejo debido a su agresividad y alta capacidad sexual lo que resulta en una afectación en la calidad de la canal y calidad de la carne, obteniéndose pH elevados y un color desagradable en la carne y defectos en la calidad de la canal.

La inmuno castración es una alternativa que se puede utilizar para reducir el comportamiento sexual y conductual de los toros Holstein, reduciendo así las pérdidas que devalúan la calidad de la carne y la canal, sumando un valor añadido al precio final, además que proporciona una alternativa práctica a la castración quirúrgica reduciendo el riesgo de mortalidad en los bovinos (Price et al. 2003), existen trabajos donde la inmuno castración reduce los niveles de testosterona, lo que es muy importante durante el periodo pre-sacrificio ya que reduce agresividad entre los toros, haciendo a los animales más dóciles y seguros de trabajar, además de reducir las devaluaciones en el precio de la calidad de la carne y la canal (Mach et al. 2010), otros de los beneficios de la inmuno castración según Miguel et al. (2014), es que la inmuno castración aparte de reducir el comportamiento agresivo se puede utilizar para mejorar las características de la canal y del color de la carne.

Por lo que el objetivo de este trabajo es estudiar el efecto del manejo y comportamiento ante-mortem de bovinos raza Holstein enteros e inmuno castrados sobre los valores de color (L^* , a^* , b^* , C^* , H^*) y pH de la carne.

REVISIÓN DE LITERATURA

Castración

La castración en toros es una práctica que se realiza comúnmente en muchas partes del mundo para evitar conductas agonistas (Currah et al., 2009). Es un procedimiento antiguo para la cría, usado para producir ganado dócil, reducir la reproducción no deseada y modificar la calidad de las canales (Stafford y Mellor, 2005). Las diferencias en el rendimiento entre toros enteros y castrados se manifiestan principalmente después de la pubertad como consecuencia de una mayor producción de hormonas anabólicas por los testículos (Adams y Sakurai, 1996), que se alcanza a una edad de 6-9 meses con 250-380 kg de peso vivo en toros Holstein. Por lo tanto la castración en becerros se utiliza como alternativa para reducir las pérdidas que devalúan la calidad de la canal y carne, y conseguir de esta forma, un valor añadido en el precio final de la misma (Mach et al., 2010).

Algunos beneficios de la castración incluyen la reducción de los niveles de testosterona, lo que es particularmente importante durante el período pre-sacrificio ya que evita el agotamiento de las reservas energéticas requeridas para la disminución del pH del músculo (Steen, 1995).

La castración también reduce agresividad como son los combates entre machos, evita las manifestaciones de la conducta sexual, por lo que hace a los animales más dóciles y seguros de manejar (Price et al., 2003).

Los productores de ganado de carne a menudo usa la para mejorar el manejo, teniendo como principal ventaja mejorar la canal (Stookey y Watts, 2004).

La castración de los toros aumenta la calidad en la canal ya que se aumenta la grasa dorsal de la canal, el contenido de grasa intramuscular, la blandura (Purchas et al., 2002), y reduce la incidencia de alto pH de la carne final (Kinight et al., 1999). Además, la castración de toros reduce el comportamiento agresivo, mejora el manejo de los animales y reduce la aparición de hematomas en canal (Katz, 2007).

La conducta sexual y agonística en los toros enteros es un problema grave en la industria cárnica ya que generan pérdidas económicas considerables dañando las canales e incluso teniendo como resultado carne DFD (Katz, 2007), debido a esto la importancia de la castración en los toros enteros ya que por este medio se puede controlar la conducta sexual aunque las practicas comunes de castración consistían en técnicas las cuales ponían en peligro la vida de los animales y atentaban con el bienestar de los mismos, hoy en día hay una nueva técnica que no atenta con el bienestar de los animales y se puede utilizar de tal forma que evita el sufrimiento de los animales a la hora de la castración, esta técnica está dando buenos resultados para evitar la conducta sexual que no es deseada en los toros enteros que son utilizados para las industrias cárnicas (Janett et al., 2012).

Inmuno castración

La inmunización contra el factor liberador de gonadotropina (GnRH) representa una alternativa respetuosa para la castración de animales machos y hembras (Fayrer, 2008). Actualmente Bopriva es la única vacuna anti-GnRH disponible para el ganado en el mercado y ha demostrado una buena eficacia y seguridad en un proyecto piloto con novillos (Thubet et al., 2010).

La hormona liberadora de gonadotropina es el factor hipotalámico clave para el control sexual y reproductivo en el desarrollo en los animales. En los toros, la vacuna GnRH inducen anticuerpos neutralizantes, lo que resulta en inmuno castración caracterizada por la supresión de la LH y la testosterona (Geary et al., 2011).

El bloqueo de la liberación de esta hormona, inhibe la producción de la hormona luteinizante (LH) y la hormona folículo estimulante (FSH) por la glándula pituitaria y previene el desarrollo testicular (Cronin et al., 2003).

La inmuno castración reduce o elimina muchas de las desventajas de la castración quirúrgica, como la reducción tasa de crecimiento y eficiencia de la alimentación (Adams et al., 1996) y el aumento de los riesgos de salud asociados con la cirugía (Robertson et al., 1994), la inmuno castración requiere menos mano de obra y es menos riesgo para los bovinos. La calidad de la canal de animales inmuno castrados es comparable a la de novillos y significativamente más alta que la calidad de la canal de los toros no inmunizados (Cook et al., 2000).

En machos la testosterona es responsable de las características agresivas y de crecimiento superior (Seideman et al., 1982; Knight et al., 1999), uno de los problemas que se refleja en la castración quirúrgica es la tasa de crecimiento, ya que es menor en los toros castrados en comparación con los toros enteros, esto parece ser por la reducción de la producción de hormonas anabólicas naturales por los testículos, además de que el tejido sufre un trauma, provocando inflamación, y estrés agudo asociado (Pang et al., 2006), algunos estudios realizados con toros Holstein castrados a los 5.5 meses de edad han reportado efectos negativos sobre la alimentación la ingesta durante el primer 35 días después de la castración. Por estas razones la inmunización activa contra la GnRH ha sido durante mucho tiempo reconocida como un objetivo hormonal clave por la subsecuente disminución de testosterona que conduce a la atrofia gonadal y deterioro de la función reproductiva (Miller et al., 2000).

Además de ser complicada y costosa la castración quirúrgica tiene el potencial de causar mortalidad (Bonneau y Enright, 1995) y se ha asociado con una menor tasa de crecimiento (Huxsoll, 1998). Las técnicas como la inmunización contra GnRH no solo reducen la concentración sérica de testosterona, sino también disminuye la magnitud de la conducta agresiva en toros, teniendo así una mejor calidad en la canal (Huxsoll et al., 1998). Por estas razones, a través de la inmunización del factor de liberación de gonadotropina (GnRH) reduce la producción de esteroides testicular y hace el manejo más fácil, (Oliver et al., 2003).

Manejo previo al sacrificio

Las prácticas de manejo son críticas dentro de los sistemas de producción, la agrupación del ganado, el embarque, transporte, desembarque y el tiempo de espera en los corrales de las plantas de sacrificio influyen directamente en la calidad de la carne y pueden generar grandes pérdidas económicas como consecuencia de malos tratos y estrés innecesario (Tafur y Acosta, 2006).

Es importante cuidar el manejo ante-mortem que se realizan al ganado destinado a producción de carne ya que pueden implicar serios deterioros en la calidad del producto, esto debido a manejos rudos por parte del personal, comportamientos agresivos entre animales ya que es bien sabido que las razas *Bos taurus* presentan mayores niveles de testosterona en comparación a las razas *Bos indicus* (Chase et al., 1997) y que los toros de razas lecheras, suelen ser más peligrosos durante el manejo ya que estos, son significativamente más sensibles al sonido ($P=0.02$) y al contacto ($P<0.01$) que los bovinos de razas productoras de carne (Lanier et al., 2000; Grandin, 2006).

En términos de bienestar animal el sacrificio de animales en transportes que no superan las 8 horas (transporte corto), es una buena práctica de manejo ante-mortem debido que en distancias cortas no hay un gran consumo de glucógeno, el ácido láctico aumenta conforme sea mayor el tiempo de permanencia en los corrales y cajón de aturdimiento esta se incrementan debido a las situaciones de estrés, esto puede ser por diversos factores como

son el llegar a un lugar completamente desconocido para el animal, ruidos extraños, golpes entre los animales, el mal arreo de parte del personal, afectando el pH final y los valores del color de la carne (Gregory, 2008).

Gallo et al. (2000) y Becerril et al. (2009), encontraron que entre mayor sea la forma de manejo pre sacrificio (24 horas o más) el número de contusiones aumenta así como la profundidad de los tejidos afectados (7.92% y 10.48%, respectivamente).

Además de las deficiencias en los manejos por parte del personal a cargo del ganado, los corrales también juegan un papel importante. Grandin (2000), señala que instalaciones defectuosas como mangas y corrales con salientes punzantes o pisos resbaladizos, dificultan el movimiento de los animales y son potenciales generadores de lesiones.

Grandin (2001), al analizar la vocalización asociada con el manejo e infraestructura de las plantas de sacrificio, determinó que en 20 de 48 vacas estudiadas, se presentó la vocalización debido a diversos factores como el uso indebido de chicharras eléctricas y la mala iluminación entre otros. De acuerdo con Grandin (1997), el porcentaje de animales que debe vocalizar el máximo aceptable es de 3%.

La infraestructura deficiente de los corrales, los manejos inapropiados por parte del personal y mezcla de animales de distinta procedencia son los factores que probablemente explican el aumento de canales contusas en los animales. A esto debe agregarse que los animales son sometidos a un mayor

número de manejos, que incluyen cargas, descargas y arreos dando como resultado un alto porcentaje de lesiones que pueden ser atribuidas a malos manejos y deficientes instalaciones (Weeks et al., 2002).

También los largos tiempos de ayuno que pasan los animales debidos a la espera en los corrales de las plantas de sacrificio que se reflejan en la calidad de la canal provocando en los novillos un alto gasto de energía que los hace más susceptibles a la presentación de corte oscuro, esto es un problema que se refleja en el mal manejo ya que los animales son sometidos a estrés (Gallo et al., 1995).

Costa y Dasso (2007) caracterizaron dos tipos de manejos, el primero fue mediante el dominio de los animales mediante la fuerza y el segundo fue basado en el conocimiento del comportamiento del bovino, demostrando que existen diferencias significativas en los niveles de cortisol. El ganado tiene buena memoria, aquellos animales que han sido manejados en forma brusca serán más difíciles de trabajar provocándole mayores lesiones y hematomas, en cambio los animales que han sido acostumbrados al manejo y que se trabajan de forma tranquila son estresados en menor grado reduciendo los problemas en la canal (SAGARPA, 2008).

Velásquez (2014), observó un mal manejo de parte de los encargados de los corrales de espera de un rastro TIF ya que usaban excesivamente la picana eléctrica (40%), para movilizar los animales, esto se relacionó con el estrés ocasionado durante el tiempo de permanencia en los corrales, considerándolo como un problema grave ya que se veía reflejado en la carne. De acuerdo con

Grandin (2000), el uso de la chicharra eléctrica permitido para estar dentro de lo aceptable es un 20%. Por su parte Smith et al. (1998), al evaluar el uso de la chicharra eléctrica para hacer avanzar los animales durante la rutina de manejo y sobre algunas variables sanguíneas, concluyeron que la aplicación controlada de la chicharra eléctrica no provoca alteraciones en la composición sanguínea o respuesta fisiológica alguna.

En estudios realizados por Dunshea et al., 2005; Ítavo et al., 2008, mencionan que los problemas encontrados en los toros enteros en una engorda fueron el comportamiento agresivo y la actividad sexual. Estos problemas están relacionados con la dificultad en el manejo. Por eso en las producciones de ganado de carne a menudo usa la castración como una herramienta para proporcionar importantes ventajas, entre ellas mejorar la canal, reducir el comportamiento agresivo y sexual, teniendo así como resultado la facilidad y seguridad en el manejo, menos daño a la canal, y un mejor bienestar animal (Price et al., 2003; Stookey y Watts, 2004). Para evitar la muerte potencial y pérdida asociada con la castración quirúrgica, algunos productores de ganado en países como Brasil no castra a sus animales, sin embargo, los toros enteros son difíciles de manejar y, como consecuencia de su aumento de la actividad sexual tiende a producir carne oscura a la hora del sacrificio (Kempster y Lowe1993).

De acuerdo con (Huertas et al., 2010), mencionan que la calidad de la canal podrían ser disminuida por buenas prácticas de manejo que incluyen desde las condiciones del transporte hasta la permanencia en los corrales de

sacrificio, la reducción de moretones también evitaría pérdidas económicas, un factor que ayuda a mejorar el bienestar ante-mortem.

Tiempo de arreo

El tiempo de arreo prolongado implica una deficiente distribución de los animales en la formación de los grupos por peso al inicio de la engorda, provocando mayor estrés por el movimiento en la elección por conformación física del animal para el sacrificio (Pérez et al., 2008).

El estrés es provocado por un exceso de actividad física presente cuando el ganado es expuesto a nuevos ambientes durante su transporte hacia la planta de sacrificio, potencializándose por el mezclado de animales procedentes de varios corrales, además de las agresiones físicas durante el arreo y el transporte (Kreikemeier et al., 1998).

Comportamiento en corrales de espera

El comportamiento de los animales es un indicativo de la relación de éstos con el sistema de producción en el cual viven; por tanto, su identificación puede representar un punto de partida para evaluar el bienestar (Duncan, 1990).

En el bovino, las peleas son una parte regular del comportamiento social, regulando el espacio entre individuos y determinando cuales machos realizan los apareamientos en el año. Los combates son usualmente individuales y muy raramente se dan los ataques combinados sobre otro animal (Petryna y Bavera, 2002). Se sabe que la organización

social en grupos de mismo sexo formados artificialmente en los sistemas de producción intensiva incrementa los niveles de agresión en comparación con los rumiantes mantenidos en sistemas semi intensivos y extensivos (Miranda de la Lama, 2008).

El espacio individual de los miembros de la especie es de suma importancia ya que esto le permite delimitar el contacto social con otro miembro. Este espacio puede variar en ciertas circunstancias con peleas producidas entre machos dominantes por la defensa de su territorio (García, 2000).

La relación en el tiempo de espera y la calidad de la carne pueden ser muy significativas ya que hay reportes de que los animales que llegan a los corrales de espera pueden tardar hasta 29 horas, antes de su sacrificio (Tadich, 2005), esto repercute gravemente en la canal ya que los bovinos son sometidos a la privación de alimentos provocando estrés y peleas entre el propio hato, por esta razón las contusiones y las lesiones que se generan en el tiempo de espera es un problema grave en la industria de la carne, ya que representan una gran pérdida económica tanto para los productores como para las plantas de sacrificio. La evaluación de las contusiones junto al tiempo de espera en los corrales pueden ser un buen indicador para el manejo de los bovinos durante el pre-sacrificio y la frecuencia alta de canales con contusiones al ser evaluadas, puede estar relacionada al mal manejo de los animales (Romero et al., 2011).

En un estudio realizado por Gregory (1998), menciona que los eventos involucrados en el proceso de desembarque y manejo en corrales de espera previo al sacrificio, el uso de inadecuado de instrumentos de arreo,

hacinamiento en corrales, la privación de agua y la mezcla de diferentes lotes de ganado son procesos que provocan una gran cantidad de lesiones y contusiones al igual que un severo estrés en los animales provocando carne DFD. Pérez et al. (2008), al evaluar algunos factores de manejo asociados a la presencia de carne DFD observaron que tiempos de permanencia entre 12 y 18 horas en los corrales de las plantas de sacrificio provocaron estrés en los animales.

Strappini et al. (2010), al evaluar los factores de riesgo que favorecen la presencia de lesiones en canales, determinaron una presencia de hematomas importantes (12.3%), sus resultados indican que aquellos animales que tuvieron mayor tiempo de permanencia en los corrales de espera (más de 12 horas), presentaron una reducción significativa del riesgo para las lesiones, en contraste Becerril et al. (2009), encontraron que mayor sea el tiempo de permanencia (especialmente con 24 horas o más), el número de contusiones aumenta, así como su profundidad en términos de tejidos afectados (7.92% y 10.48% respectivamente).

Watts y Stookey (2000), menciona que la vocalización del ganado proporciona información significativa acerca del maltrato animal. Puente-Zamarripa (2008), menciona que es común que se maltraten los animales en los corrales de espera, dichos maltratos (gritos, golpes, uso excesivos de chicharra eléctrica, entre otros) son los resultados de los altos niveles de rendimiento en la vocalización.

En un estudio realizado por González (2000) en donde se observó la conducta de 400 vacas de raza Holstein se observó 2.02 agresiones (topetazos, amenazas) por hora en vacas en producción láctea estabuladas, que contaban con un cubículo individual por vaca, esto se relacionó a la competencia de espacios y accesos a las zonas de comodidad. En otros estudios se ha observado que el ganado que se encuentra en corrales presenta más agresiones (topeteos y amenazas) que el que permanece en pastoreo (Broom y Johnson 1993; Galindo y Broom 1993), esto se debe a que el nivel de agresión aumenta en animales en condiciones de hacinamiento (Wierenga, 1990).

Torres (2010) al evaluar el bienestar animal en novillos de engorda en la zona centro de Veracruz concluyó que las instalaciones y el manejo de los animales afectan en gran medida el comportamiento del animal, lo cual se refleja en la frecuencia de conductas agonísticas que presentaron los animales en los corrales de espera (cabezazos entre 0.32 y 0.97%, desplazamientos 0.44 a 2.23%, peleas 0.02 a 0.03%, zona de fuga 0.5 a 4 metros, número de animales separados 58%). Es importante respetar en los corrales la zona de fuga de los animales que es de 1.5 a 7.61 metros (Grandin, 2010).

En diferentes trabajos se ha demostrado que las conductas sociales son importantes para la integración del hato y para disminuir el estrés (Galindo y Broom 2000). Se considera que el lamido social tiene como función el reconocimiento de los animales en el hato, el establecimiento de jerarquías y la limpieza (Fraser y Broom 1990). Es importante destacar que esta conducta se observa después de que las vacas terminan de comer, ya que existen informes

que indican que el lamido social puede estar relacionado con funciones digestivas, al estimular la producción de saliva (De Pasillé y Rushen 1996).

Uno de los problemas que hay que resaltar es el corte oscuro ya que se destaca una relación positiva con el tiempo de ayuno, siendo más evidente el tiempo que se le da a los animales en los corrales, ya que no solo hay factores involucrados del medio ambiente sino también propios de los animales, que los hacen más sensibles al estrés (Becerril et al., 2009).

Se ha evidenciado que animales con 24 horas de espera previos al sacrificio con ayuno, independientemente del tiempo de transporte previo, presentan un 9.4 veces más probabilidad de presentar canales con $\text{pH} > 5.8$, frente a aquellos con 3 horas de ayuno (Amtmann et al., 2006).

En un estudio realizado por Pérez et al. (2008), encontraron una frecuencia de carne con color oscuro y con pH mayores de 5.7 del 15.43%, al evaluar factores que aumentan la frecuencia de carne con estas características, mencionando el tiempo de transporte (mayor a 35 minutos $p < 0.01$), tiempos de arreo (mayor a los 40 minutos, $p > 0.01$), alta humedad relativa en los corrales de espera (mayor al 30% $p > 0.01$), así como mayor tiempo de espera en los corrales (> 1.5 minutos).

Factores como las peleas, amenazas, montas y vocalizaciones causan disminución del glucógeno muscular oscureciendo la carne y elevando el pH , por esta razón es importante evitar mezclar diferentes grupos de animales en los corrales de espera ya que todas estas actividades se estimulan con un

reagrupamiento social y a su vez aumentando la frecuencia de carne oscura (Warris, 1990).

La carne con un color oscuro y un pH alto son un problema para las plantas TIF., debido a que las canales que son afectadas son más baratas que una carne con un pH normal y un color rojo cereza brillante, esto trae pérdidas en promedio de 25-30%, el problema se agrava si se considera que los músculos con mayor valor comercial son afectados (Scanga et al., 1998).

En un estudio realizado por Pérez et al. (2015), encontraron que en el manejo ante-mortem que realizaron solo dos factores demostraron asociación significativa ($p < 0.05$) con carne con un pH de 6.12 y variables de color $L^*34.58$, $a^*13.37$, $b^*6.53$, $C^*14.88$, $H^*25.16$, teniendo como consecuencia carne DFD, y fueron: el tiempo de espera que el ganado estuvo en corrales de espera con un tiempo medio de 115.2 ± 102.5 minutos y tiempo de espera para el sacrificio con un tiempo medio de 31.5 ± 12.42 minutos.

Calidad de carne en toros enteros e inmuno castrados

Las canales de toros Holstein enteros se caracterizan por un mayor contenido magro, bajo en grasa y mayor proporción de huesos. Sin embargo, la carne de los toros tiene a menudo una calidad no deseable, especialmente por el pH de 5.8 que es alto en comparación a las razas especializadas de carne que tienen un pH de 5.5, por lo que la carne de las razas Holstein tienen un color más oscuro, que afecta negativamente a sus propiedades y hacen que

sea menos adecuado para la venta (Gil et al., 2005; Kögel 2005; Mach et al., 2008).

El pH de la carne de los toros enteros Holstein a las 48 horas post-mortem es evidentemente alta ya que se encontraron valores de 5.87 - 5.91 y superó los valores que debería tener una carne normal de 5.5, resultando que dan una mayor frecuencia de carne DFD (Mach et al. 2008; Węglarz, 2009).

En una evaluación del pH en canales de toros enteros Holstein (*Bos taurus*) y Nelore (*Bos indicus*), realizada por Mariño et al. (2005), se encontró que los valores de pH fueron mayores en los toros de raza Holstein que en toros de raza Nelore. El pH de la carne a las 24 horas post-mortem fue de 5.57 para el Holstein y de 5.40 para el Nelore, indicando una buena acidez para inhibir el posible crecimiento microbiano y garantizar una maduración apropiada.

En España, la calidad de la carne en toros enteros Holstein tiene un pH último mayor a 5.8, el 62.7 % de la conformación de la canal y color oscuro (Mach, 2008). Según Oprządek et al. (2007), los toros enteros Holstein muestran mejores parámetros de calidad de la carne cuando son sacrificados entre 600-700 kg. Litwińczuk et al., 2006 y Młynek et al., 2006, confirmaron que un aumento en el peso de los toros antes del sacrificio es acompañada por la mejora de la calidad de la carne tanto en color como en pH último.

Amatayakul et al. (2012), en un experimento realizado donde analizo datos de pH, mostró un mayor número de canales con valores de pH > 6.0 en los toros que recibieron los implantes anabólicos, independientemente de la vacunación con GnRH. Sin embargo, el análisis de L* en la carne y los valores

de a^* y b^* , mostraron valores similares. Los Niveles de carne DFD fueron un 60 % mayor en los toros implantados. La vacunación con GnRH no se asoció con el aumento del porcentaje de carne con pH altos y valores de color de (L^* 35.43, a^* 8.84, b^* 8.85, C^* 12.51, H^* 45.03) que están por debajo de los normales.

MATERIALES Y METODOS

Localización del área de estudio

El presente estudio se llevó a cabo en una planta de sacrificio Tipo Inspección Federal (TIF), ubicada en kilómetro 3.5 carretera a San Luis S/N, Ejido Pólvora, en Baja California, la cual se encuentra a 32° 32'00" latitud norte y a 115° 12'41" longitud Oeste a 20 msnm (García, 1981).

Animales

Se utilizaron un total de 510 toros de la raza Holstein con un peso promedio vivo de 580 kilogramos y 239 días de engorda en promedio. Distribuidos en 235 machos inmuno castrados y 275 machos enteros en 4 diferentes lotes. Los lotes se formaron después de 24 horas de la llegada de los animales a la engorda, y se les aplicó el procedimiento de rutina (vacunación y desparasitación). Se aplicó la primera dosis de 4 (1 ml de Bopriva) a las 24 horas de arribar a la engorda, la segunda fue a los 21 días, la tercera 80 días posteriores (día 101 de engorda), y la cuarta aplicación se administró 80 días después (día 181 de engorda). En el grupo de animales enteros en el mismo periodo recibieron 1 ml de solución salina (placebo).

Factores a evaluar

A) de manejo: tiempo de arreo en el transporte, tiempo de espera en corrales (tierra, piso), temperatura, humedad relativa, tiempo total de manejo, número de personas que participan en el arreo, instrumentos utilizados en el

arreo. B) De comportamiento: animales que montan, con diarrea, con micción transparente, que vocalizan, que salivan, que pelean.

Duración del estudio

La duración de este estudio fue de 10 semanas empezando el 8 de junio y terminando el 17 de agosto 2016.

Sacrificio

El sacrificio se llevó a cabo de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-033-ZOO-1995, sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres. Se sacrificaron 2 lotes (un de enteros y uno de inmuno castrados) a la vez durante 4 periodos diferentes.

Metodología

El estudio se llevó a cabo de acuerdo a las condiciones y formas de trabajo de la empresa. Se realizaron 4 evaluaciones observacionales (por grupo). Se evaluaron los animales conforme estos llegaban a las etapas en orden consecutivo desde el tiempo de arreo hasta la evaluación del pH y color (L^* , a^* , b^* , C^* y H^*) en las canales.

Manejo: A) Tiempo de arreo en el transporte (desde que los animales salen del corral de engorda hasta su llegada a los corrales de espera (corral de tierra)). B) Tiempo de espera en corrales de tierra (desde que los animales entraron al corral de tierra, después del transporte, hasta su salida a los corrales de piso). C) El tiempo de espera en corrales de piso (desde que los animales entraron al corral de piso, después del cambio de corral, hasta su

salida a manga de sacrificio). D) Temperatura (C°), Humedad relativa (%): se midió utilizando un hidrómetro digital Trademark (USA), a la salida del corral de engorda, durante el transporte, durante, llegada y salida a los corrales de espera (tierra y piso). E) Tiempo total de manejo (se midió desde la salida de los animales del corral d engorda hasta su entrada a la manga de sacrificio).

Comportamiento: A) Animales que montan (el método utilizado para la cuenta de las montar fue visual, se anotaron todos los animales que montaban durante la estancia en los corrales de espera). B) Animales con diarrea (la observación fue visual, se anotaron todos los animales que presentaron diarrea durante la permanencia de los corrales de tierra y piso). C) Animales con micción (la observación fue visual, se anotaron todos los animales que tuvieron micciones transparentes durante la estancia en los corrales de espera). D) Animales que vocalizan (el método que se utilizo fue auditiva, se anotaron todos los animales que vocalizaron durante la permanencia de los corrales de tierra y piso). E) Animales que salivan (la observación fue visual, se anotaron todos los animales (sin repetir) que se les escurría la saliva transparente durante la permanencia de los corrales de tierra y piso). F) Animales que pelean (la observación fue visual, anotando todos los animales que pelearon durante la permanencia de los corrales de tierra y piso).

pH y color (L*, a*, b*, C* y H*): Para la calidad de la carne se evaluó el pH y color de la carne 24 h después del sacrificio. El pH se determinó empleando un potenciómetro de punción de la marca HANNA Meat pH HI 99163 y los valores del color fueron medidos (L*, a*, b*, C*, H*) con un

espectrofotómetro de la marca Minolta CM-2002 (Minolta Camera, Co., Ltd., Japón) utilizando un componente especular incluido (SCI), un iluminante D65 y un observador de 10°, donde L^* es el índice de luminosidad, a^* es el índice del color rojo, b^* es el índice del color amarillo, C^* indica la intensidad del color y H^* el ángulo de color (Young et al., 2003). Para la identificación del pH y color de la carne los valores fueron tomados 24 horas post-mortem en cuarto frío en la superficie del musculo *longissimus dorsi* entre la 12va y 13va costilla donde se realiza el corte para su clasificación.

Análisis estadístico

El análisis de la información se realizó aplicando el siguiente modelo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + \mathcal{E}_{ijk}$$

donde:

Y_{ij} = valores para las variables: pH, L^* , a^* , b^* , c^* , H^* . $i = 1,2$

μ = Media general $j=1,2$

A_i = Efecto del i -ésimo nivel del factor A $k=1,2$

B_j = Efecto del j -ésimo nivel del factor B

$(AB)_{ij}$ = efecto de la interacción A x B_j

\mathcal{E}_{ijk} = Error experimental $\sim N \sigma^2 e$

El arreglo factorial resulto de la combinación de los niveles del factor A (inmuno castrados y enteros) con los niveles del factor B (comportamiento y

manejo ante-mortem). Cuando la interacción resultó no significativa ($P > 0.05$), fue eliminada del modelo para aumentar grados de libertad del error.

Debido a que no se encontró un efecto importante sobre las características de la carne; se procedió hacer un análisis descriptivo de las principales variables evaluadas.

Hipótesis

El manejo y comportamiento de los animales, tiene un efecto importante sobre las características de la carne (pH, L*, a*, b*, C* y H*).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados, no se encontró un efecto significativo ($P>0.05$) en la características de la carne (pH y color (L^* , a^* , b^* , C^* , H^*)) por efecto de los factores evaluados (ver anexos).

En general, para los componentes del manejo y del comportamiento, los promedios de tiempo de transporte, tiempo total de manejo, temperatura y humedad relativa fueron de: 34.5 ± 2.20 min., 6.80 ± 0.38 h., $29.01 \pm 1.29^\circ\text{C}$ y 58.30 ± 4.96 % respectivamente. El número de animales que corrieron fue del 13.33%, resbalaron 4.31%, montan entre si 520%, con diarrea 31.96%, con micciones transparentes 45.09%, que vocalizan 120.78%, que salivan 11.57% y que pelean 65.10%. Con respecto, a las características de la carne, los valores promedio fueron: pH = 5.61 ± 0.004 ; $L^* = 26.77 \pm 0.21$; $a^* = 20.88 \pm 0.22$; $b^* = 17.77 \pm 0.23$; $C^* = 26.96 \pm 0.29$; $H^* = 42.26 \pm 0.34$, resultando una carne de color oscuro. Pérez et al. (2008), observaron que tiempos de transporte mayores a 40 minutos, resultaron con presencia de carne con color oscuro y no agradable a la vista de los consumidores (pH mayor a 5.7 y valores de color menores ($L^* = 35.43$, $a^* = 8.84$, $b^* = 8.85$, $C^* = 12.51$, $H^* = 45.03$) a los que tendría una carne normal ($L^* = 43.21$, $a^* = 14.30$, $b^* = 14.03$, $C^* = 20.04$, $H^* = 44.45$). Por otra parte Wulf y Wise (1999); Levrino (2004), argumentan que el tiempo de transporte sólo influye significativamente sobre el índice de color rojo (a^*) y el pH final de la carne. En este estudio, aunque no hubo un efecto significativo, los valores de a^* son muy altos en relación a la carne normal mencionada por Pérez et al. (2008). Complementando lo anterior, Hui et al.,

2006; Gómez y Valdez, 2013, mencionan que un transporte a una temperatura ambiente superior a 35°C genera un efecto estresante superior en los animales que cuando son transportados a temperaturas inferiores a dicho valor. Como consecuencia del transporte a temperaturas elevadas se genera un porcentaje superior de canales con pH elevados y valores de color mucho más bajos de lo normal. Kreikemeier *et al.* (1998); Miranda de la Lama *et al.*, 2012, mencionan que la humedad relativa en el transporte del ganado bovino favorece la deshidratación, aumentando el estrés en los animales provocando comportamientos agonistas como son la vocalizaciones, montas, salivaciones; generando valores de pH altos y valores de color bajos, coincidiendo en parte con este estudio (valores bajos en L* y C* con pH normal) cuando el porcentaje de animales que se montan entre sí, con micciones transparentes, vocalizan y pelean entre sí, son altos (520%, 45.09%, 120.78%, 65.10% respectivamente. Grandin, 2001, menciona que la vocalización es debido a diversos factores en el manejo y la mala infraestructura de los corrales de espera, provocando repercusiones negativas en la calidad de la carne. El tiempo de espera que se les da a los animales antes del sacrificio de manera inadecuada, generan un estado de estrés; afectando las características fisicoquímicas de la carne después del sacrificio como son el pH y el color (Warris, 1990; Gallo, 2009). En este estudio, el efecto del tiempo de espera (6.80 ± 0.38 h), no afectó ($P > 0.05$) las características de la carne (pH, color); sin embargo los valores de L* y C* fueron bajos. Hargreaves *et al.* (2004), observaron que a medida que aumenta el tiempo de espera pre-sacrificio en los corrales de la planta de sacrificio, se incrementa el número de canales con pH de 5.9 de manera significativa

(valores de L^* y C^* bajos). Por lo contrario, Strappini et al. (2010) al evaluar los factores de riesgo que favorecen la presencia de una mala calidad en la carne, determinaron que aquellos animales tuvieron una permanencia mayor de tiempo en los corrales de espera (más de 12 horas) presentaron una reducción significativa del riesgo para evitar la mala calidad de la carne. Las operaciones de manejo en la planta de sacrificio de manera conjunta con el tiempo durante el cual los animales interaccionan, con periodos largos de permanencia en los corrales de espera pre-sacrificio, además de olores y ambientes desconocidos someten al ganado bovino a condiciones de estrés, que se refleja en una disminución del potencial glucolítico muscular a valores que afectan directamente la producción de ácido láctico post sacrificio, lo que se traduce en un valor de pH mayor a 5.9 y un color de carne con valores de $L^* = 34.58$, $a^* = 13.37$, $b^* = 6.53$, $C^* = 14.88$, $H^* = 25.16$ que son bajos en comparación de una carne normal (Warris, 2003). En este estudio, el valor de L^* fue más bajo (56.27), pero a^* , b^* , C^* y H^* fueron más altos considerándose una carne oscura y no DFD como lo dice Warris, 2003. Knight et al. (1999), observaron que el comportamiento agonista es un tipo de comportamiento que incluye peleas, exaltación y cualquier otra reacción relacionada asociada con conflicto, esto se debe a la organización social en grupos de mismo sexo formados artificialmente en los sistemas de producción intensiva incremento los niveles de agresión en comparación con los rumiantes mantenidos en sistemas semi intensivos y extensivos, este mal manejo post-mortem que se le da a los animales por parte de los operarios de las plantas de sacrificio afecta gravemente a la calidad de la carne (Miranda de

la Lama, 2008). Las montas entre animales del mismo sexo son comunes en los machos que han sido mantenidos en grupos del mismo sexo en condiciones estresantes en los corrales de espera, particularmente en edades tempranas, en tales casos los animales subordinados podrían ser montados excesivamente por los machos dominantes, esto sugiere que la motivación para este comportamiento es menos relacionado a una razón sexual y más a dominancia (Godina 2015). La monta puede considerarse un evento no deseado en el manejo de los animales, ya que los animales que son montados son sometidos a un gran desgaste físico, en el caso de la monta forzada, el bienestar del bovino que montan es comprometida seriamente, provocando niveles altos de estrés o incluso llegando al grado de lastimar al animal (Phillips, 2002). Como mecanismo de defensa el bovino que montan se queda echado hasta que los bovinos dominantes lo dejan tranquilo, pero al levantarse para comer o beber agua de nuevo es acechado con olfateos y montas, por estos motivos es importante evitar mezclar animales en los corrales de espera, para así evitar la mala calidad de la carne (Ramírez, 2005). Es importante tomar en cuenta las montas en el corral de espera ya que en un estudio realizado por Mohan Raj (1988) indico que un animal en el corral de espera mostró más de 16 montas, en un rango de 15 minutos, esto puede ser un problema grave ya que este comportamiento puede afectar a la carne con pH elevados y color oscuro. Scanga et al. (1998), señalan que el aumento de las interacciones sociales agresivas, tal como montas, pueden resultar en carnes con un alto pH final y oscurecimiento de la carne. Puente-Zamarripa (2008), menciona que el maltrato en los corrales de espera es algo común tanto

para operarios e incluso para los mismos animales, dichos maltratos (gritos, instrumentos de arreos, peleas, montas) son el resultado de altos niveles de vocalización, esto afecta gravemente la calidad de la carne debido a que eleva el pH final y oscurece el color. Las peleas son un importante problema práctico en el manejo ante- mortem de los animales. En los corrales de espera las peleas entre bovino, son una parte regular del comportamiento social, regulando el espacio entre individuos y determinando cuales machos tiene mayor jerarquía. Cada especie tiene patrones característicos, en el caso de los bovinos manotean el suelo y mugen durante las peleas. Los combates son usualmente individuales y muy raramente se dan los ataques combinados sobre otro animal (Petryna y Bavera, 2002).

CONCLUSION

No se encontró efecto del manejo y comportamiento de los animales enteros e inmuno castrados sobre las características de pH y color (L^* , a^* , b^* , C^* , H^*) de la carne. Sin embargo el color de la carne, presenta una desviación negativamente en su calidad (carne oscura y apagada).

LITERATURA CITADA

- Adams, T. y Sakurai, H. 1996. Testes function and feedlot performance of bulls actively immunized against gonadotropin-releasing hormone: Effect of age at immunization. *Journal of Animal Science*. 74: 950–954.
- Amatayakul-Chantler, S., Jackson, J. A., Stegner, J., King, V., Rubio, L. M. S., Howard, R., Lopez, E., & Walker, J. 2012. Immunocastration of *Bos indicus*-Brown Swisscross bulls in a feedlot with the gonadotrophin releasing hormone vaccine Bopriva provides improved performance and meat quality. *Journal Animal Science*, 90(11):3718–3728.
- Amtmann, V. A. Gallo, C. Van Schaik, G. Tadich, N. 2006. Relationships between ante-mortem handling, blood based stress indicators and carcass pH in steers. *Arch. Med. Vet.* 3 (38): 259-264.
- Bass, P. Scanga, J. Chapman, L. Smith, C. Tatum, D. and Belk, K. 2008. Recovering value from beef carcasses classified as dark cutters by USDA graders. *J. Anim. Sci.* 86:1658–1668.
- Becerril, M. Mota, D. Guerrero, I. Schuneman, A. Lemus, C. Gonzales, M. Ramirez, R. Alonso, M. 2009. Aspectos relevantes del bienestar del cerdo. *Vet. Mex.* 40 (30): 315-329.
- Becerril, M., D. Mota, I. Guerrero, A. Schunemann, C. Lemus, M. González, R. Ramirez, M. Alonso. 2009. Aspectos relevantes del bienestar del cerdo en tránsito. *Vet. Mex.* 40 (3): 315-329.
- Bonneau, M., Enright, W; 1995. Immunocastration in cattle and pigs. *Livestock Production Science*. 42: 193-200.
- Broom, D. y Johnson, K. 1993. *Stress and Animal Welfare*. Chapman & Hill Co. UK.
- Chase C.C, Chenoweth, P.J. Larsen, R.E. Olson, T.A. Hammond, A.C. Menchaca M.A. and Randel, R.D. 1997. Growth and reproductive development from weaning through 20 months of age among breeds of Bulls in subtropical Florida. *Theriogenology* 47 (3):723-745.
- Cook, R. B., Popp, J. D. Kastelic, J. P. Robbins, S. and Harland, R. 2000. The effects of active immunization against GnRH on testicular development, feedlot performance, and carcass characteristics of beef bulls. *J. Anim. Sci.* 78:2778–2783.
- Costa, A. y Dasso, L. 2007. Productive System in Bovine Management. The Characterization in Two Styles and Blood Cortisol Levels. *REVET*, 12B (VIII).
- Cronin, R. Barnett, L. Hemsworth W. 2003. The effects of immuno-and surgical-castration on the behaviour and consequently growth of group-housed, male finisher pigs. *Applied Animal Behaviour Science*. 81:111-126

- Currah J. M. Hendrick S. H. and Stookey J. M. 2009. The behavioral assessment and alleviation of pain associated with castration in beef calves treated with flunixin meglumine and caudal lidocaine epidural anesthesia with epinephrine. *Can Vet J.* 50 (4):375-382.
- De'Pasille AM, J Rushen. 1996. Motivational and physiological analysis of the causes and consequences of non nutritive sucking calves. *Appl Anim Behav Sci.* 53: 15-31.
- Duncan, H. 1990. Behavioral assessment of welfare. En: Mench, JA, SJ Mayer, and L Krulisch.(eds) *The WellBeing of Agricultural Animals in Biomedical and Agricultural Research.* Scientists Center for Animal Welfare. Bethesda, Maryland. USA.
- Dunshea, F. D'Souza, D. Pethick, D. Harper, G. Warner, R. 2005. Effects of dietary factors and other metabolic modifiers on quality and nutritional value of meat. *Meat Science, Amsterdam.* 71: 8-38.
- Fayrer-Hosken R. 2008. Controlling animal populations using antifertility vaccines. *Reprod Domest Anim.* 2:179 – 85.
- Fraser, F. Broom, D. 1990. *Animal Behaviour and Welfare.* London. Baillière Tindall. UK
- Galindo, A. Broom, D. 1993. The occurrence of lameness in relation to individual behavioural responses in dairy cows. En: Proc. Int. Cong. Etho. Ed. Nichelmann, M. Darmstradt. K.T.B.L.
- Galindo, A. Broom, D. 2000. A note on possible link between behaviour and the occurrence of lameness in dairy cows. *Appl Anim Behav Sci.* 67: 335-340.
- Gallo C, Espinoza A, Gasic J. 2009. 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 en bovinos. *Arch Med Vet.* 33:43-53.
- Gallo C, X Carmine, J Correa, S Ernst. 1995. Análisis del tiempo de transporte y espera, destare y rendimiento de la canal de bovinos transportados desde Osorno a Santiago. XX Reunión Anual SOCHIPA, Coquimbo, Chile. En: Resúmenes de la XX Reunión Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal. 205-206.
- García A. 2000. Manejo y Etología del Bovino. Ediciones UDCA. Corporación Universitaria de Ciencias Aplicadas y Ambientales. Medellín-C
- Geary, T. W., K. J. Wells, D. M. Deavila, J. Deavila, V. A. Conforti, D. J. McLean, A. J. Roberts, R. W. Waterman, and J. J. Reeves. 2011. Effects of immunization against luteinizing hormone-releasing hormone and treatment with trenbolone acetate on reproductive function of beef bulls and steers. *J. Anim. Sci.* 89:2086–2095
- Gil, Z. Węglarz, A. Zapletal, P. Felenczak, A. Zych, J. 2005. Effect of performance and post-slaughter factors on beef pH. In Polish, summary in English. *Roczniki Naukowe Zootechniki* 22: 91-95.

- González M. 2000. Comportamiento social de las vacas lecheras en sistemas intensivos de producción y su relación con el estrés. Tesis M. en C. Veterinarias. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, México D.F.
- Grandin T. 2006. Preventing Bull Accidents. Colorado State University. <http://www.grandin.com/behaviour/principles/preventing.bull.accidents.html>
Fecha de acceso: 04 de Octubre de 2012.
- 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. 863-865.
- Grandin, T. 1997. Assessment of stress During Handling and Transport. *Journal Animal Science*. (75): 249-257.
- Grandin, T. 2010. Efecto de las auditorias de bienestar animal en plantas de faena por parte de una gran empresa de comida rápida. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 6 (216): 848-851.
- Grandin, T. 2001. Casttle vocalization are associated whit handling and equipment problems at beef slaughter plants. *Animal Behaviour Science*. 3 (71): 191-201.
- Gregory NG. 1998. *Animal Welfare and Meat Science*. CABI Publishing, Oxon. England. 290-298.
- Gregory, N. A. 2008. Animal welfare at markets and slaughter. *Meat Science* 80: 2-11.
- Huertas, C., Gil, A., Piaggio, J. 2010. Transportation of Beef Cattle to Slaughterhouses and How This Relates to Animal Welfare and Carcase Bruising in an Extensive Production System.
- Hui Y., Guerrero I., Rosmini M., 2006. *Ciencia y Tecnología de Carnes*. Primera Edicion. Editorial Limusa S.A. de C.V. México D.F.
- Hargraves C.C., E. O. Price and T. E. Adams. 2004. Testis function, carcass traits, and aggressive behavior of beef bulls actively immunized against gonadotropin-releasing hormone. *J Anim Sci* 76:1760-1766.
- Ítavo, L. Dias, A. Ítavo, C. Euclides Filho, K. Morais, M. Silva, F. Gomes, R. Silva, J. 2008. Desempenho produtivo, características de carcaça e avaliação econômica de bovinos cruzados, castrados e não-castrados, terminados em pastagens de *Brachiaria decumbens*. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v. 60, n. 5, p. 1157-1165.
- Janett, F. Gerig, T. Tschuor, A.C. Amatayakul-Chantler, S. Walker, J. Howard, R. Bollwein, H. Thun R. 2012. Vaccination against gonadotropin-releasing factor (GnRF) with Bopriva significantly decreases testicular development, serum testosterone levels and physical activity in pubertal bulls. *Theriogenology* 78: 182-188.

- Katz, L. 2007. Sexual behavior of domesticated ruminants. *Hormonal Behavior*, 52: 56–63.
- Kempster, A. J. & Lowe, D. B. 1993. Growth performance and carcass characteristics as influenced by genotype and environment. In 44 th Annual Meeting of the EAAP. 2.1: 322–323.
- Knight, T. W., Cosgrove, G. P., Lambert, M. G., & Death, A. F. 1999. Effects of method and age at castration on growth rate and meat quality of bulls. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 42: 255–268.
- Kreikemeier, K., Unruh J., and Eck T., 1998. Factors affecting the occurrence of dark-cutting beef and selected carcass traits in finished beef cattle. *J. Anim. Sci.* 76:388-395.
- Lanier J. L., T. Grandin, R. D. Green, D. Avery y K. McGee. 2000. La relación entre temperamento del animal y su reacción a estímulos súbitos de intermitentes. *J. Anim. Sci.* 78: 1467-1474.
- Levrino, G. (2004). Transporte de ganado bovino, bienestar animal y calidad de la carne. Facultad de Veterinaria de la Universidad de Zaragoza, España. disponible: http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/etologia/80transporte_de_ganado.htm. accesada el 8 de noviembre de 2005.
- Litwińczuk, Z. Florek, M. Pietraszak, K. 2006. Physico-chemical quality of meat from heifers and young bulls of the Black-and White (BW) variety of Polish Holstein-Friesian breed, and commercial BW crossbreds sired by Limousine and Charolaise bulls. *Animal Science Papers and Reports* 24, Supplement 2: 179-186.
- Mach, N. Bach, A. Realini, C. Font-Furnols, M. Velarde, A. y Devant, M. 2010. Efecto de la castración en terneros; rendimientos productivos y calidad de la canal y la carne Grupo de nutrición, manejo y bienestar animal, IRTA-Torre Marimon (Institut de Recerca y Tecnologia Agroalimentàries), Barcelona, España.
- Mach, N., Bach, A., Velarde, A., & Devant, M. 2008. Association between animal, transportation, slaughterhouse practices, and meat pH in beef. *Meat Science*, 78: 232–238.
- Mariño A. Vilca L. Ramos D. 2005. Evaluación del pH en canales de toros Holstein (bos taurus) y Nelore (bos indicus). *Rev Inv Vet. Perú.* 16 (1):90-95.
- Mariño, G. Vilca, M. y Ramos, D. 2005. Evaluación del pH en canales de toros Holstein (Bos taurus) y Nelore (Bos indicus). *Rev Investig Vet Perú*, 16: 90-95.
- Miller, L. A., B. E. Johns, and G. J. Killian. 2000. Immunocontraception of white-tailed deer with GnRH vaccine. *Am. J. Reprod. Immunol.* 44:266–274.

- Miranda de la Lama G. C. 2008. Comportamiento y bienestar en la producción animal: hacia una interpretación integral. *Revista electrónica Veterinaria*. 4 (10): 1-8.
- Miranda de la Lama G. C. 2012. Manejo y bienestar en la producción animal. *Revista electrónica Veterinaria* 4. 10B p: 1-9.
- Młynek K., Elminowska-Wenda G., Guliński P., 2006. The relationship between microstructure of Longissimus lumborum muscle and carcass quality of bulls slaughtered at three ages. *Animal Science Papers and Reports*. 24 (1), 57-63.
- Oliver, W. Mccauley, I. Harrell, R. Suster, D. Kerton, D. Dunshea, F. 2003. Gonadotropin-releasing factor vaccine (Improvac) and porcine somatotropin have synergistic and additive effects on growth performance in group-housed boars and gilts. *Journal of Animal Science*, Champaign. 81 (8): 1959-1966. Colombia. 28-33.
- Oprządek, J. Dymnicki, E. Reklewski, Z. 2007. Growth rates and carcass composition of young cattle of different breeds. In Polish, summary in English. *Zeszyty Naukowe Przeglądu Hodowlanego*. 3: 25-31.
- Pang W. Y., B. Earley, T. Sweeney, and M. A. Crowe. 2006. Effect of carprofen administration during banding or burdizzo castration of bulls on plasma cortisol, in vitro interferon-gamma production, acute-phase proteins, feed intake, and growth. *Journal Animal Science* 84: 351-359.
- Perez, C. Figueroa, F. Barreras A. 2008. Factores de manejos asociados con la carne DFD en bovinos de clima desértico. *Archivos de Zootecnia*. 57: 545-547.
- Petryna A. y G.A. Bavera. 2002. Etología: cursos de Producción Bovina de Carne. FAV UNRC. Citado 25 de febrero del 2015. Disponible en: http://www.produccionanimal.com.ar/etologia_y_bienestar/etologia_en_general/07-etologia.pdf
- Petryna A. y G.A. Bavera. 2002. Etología: cursos de Producción Bovina de Carne. FAV UNRC. Citado 25 de febrero del 2015. Disponible en: http://www.produccionanimal.com.ar/etologia_y_bienestar/etologia_en_general/07-etologia.pdf
- Price E. O., T. E. Adams, C. C. Huxsoll and R. E. Borgwardt. 2003. Aggressive behavior is reduced in bulls actively immunized against gonadotropin-releasing hormone. *J. Anim. Sci.* 81:411-415.
- Purchas, R. Burnham, L. Morris, S. 2002. Effects of growth potential and growth path on tenderness of beef longissimus muscle from bulls and steers. *Journal of Animal Science* 80:3211-3221.
- Robertson, I.S., J.E. Kent, and V. Molony. 1996. Effect of different methods of castration on behavior and plasma cortisol in calves of three ages. *Res. Vet. Sci.* 56:8-17

- Romero, M. H., C. Hellen., J.A. Sanchez. 2011. Evaluación del manejo presacrificio y su relación con la presencia de contusiones en canales bovinas. *Biosalud*. 10: 28-36.
- SAGARPA. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2008. Manual de Buenas Prácticas de Producción en la engorda de ganado bovino en confinamiento. 2° Edición.
- Scanga, J. Belk, E. Tatum, D. Grandin, T. Smith, C. 1998. Factors contributing to the incidence of dark cutting beef. *Journal Animal Sci*. 76: 2040-2047.
- Seideman, S. C., Cross, H. R., Oltjen, R. R., & Schanbacher, B. D. 1982. Utilization of the intact male for red meat production: a review. *Journal of Animal Science*, 55(4): 826–840.
- Smith, D. Wilson, L. and Wiggers, D. 1998. Electrical prod use on behavioral activities and physiological characteristics of weaned beef cattle. *Professional Animal Scientist*. 4 (14): 243-248.
- Stafford K.J. and D.J. Mellor. 2005. The welfare significance of the castration of cattle: A review. *New Zealand Veterinary Journal*. 53 (5): 271-278.
- Steen, R.W.J. 1995. The effect of plane of nutrition and slaughter weight on growth and food efficiency in bulls, steers and heifers of three breed crosses. *Livestock Production Science* 42:1-11.
- Stookey, J. M., and J. M. Watts. 2004. Production practices and well being: Beef cattle. Pages 185–206 in *The Well-Being of Farm Animals: Challenges and Solutions*. G. J. Benson and B. E. Rollins, ed. Blackwell Publishing, Oxford, UK
- Strappini AC, Frankena K, Metz JHM, Gallo CB and Kemp B. 2010. Prevalence and risk factor for bruises in Chilean bovine carcasses (in press).
- Tadich N, C Gallo C, 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.
- Tafur. A, y Acosta, J. 2006. Bienestar Animal: Nuevo Reto Para la Ganadería. Publicación del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA.
- Theubet G, Thun R, Hilbe M, Janett F. 2010. Effect of vaccination against GnRH (Bopriva®) in the male pubertal calf [in German]. *Schweiz Arch Tierheilk* 152:459 – 69.
- Torres, L. 2010. Relación ambiente-animal mediante indicadores de bienestar animal en ganado de engorda. Tesis Médico Veterinario Zootecnista. Universidad Veracruzana, Mexico.
- Velasquez M. 2014. Auditoria de bienestar animal, calidad de la carne y daños en la canal en el proceso de sacrificio de bovinos de engorda. Tesis.

- Warriss, P. D. 1990. The handling of cattle pre-slaughter and its effects on carcass and meat quality. *Appl. Anim. Beh. Sci.* 28: 171-186.
- Watts, J. and Stookey, M. 2000. Vocal behavior in cattle: the animals commentary on its biological processes and welfare. *Applied Animal Behaviour Science.* 67: 15-33.
- Weeks C, P Mc Nally, P Warriss. 2002. Influences of the design of facilities at auction markets and animal handling procedures on bruising in cattle. *Vet Rec.* 150: 743-748.
- Węglarz A., 2009. Beef quality depending on cattle category and slaughter season. *Czech Journal of Animal Science*, in press.
- Wulf M, y Wise J. 1999. Measuring muscle color on beef carcasses using the $L^* a^* b^*$ color space. *Journal of Animal Science* 77: 2418-2427.