

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA
INSTITUTO DE CIENCIAS AGRICOLAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN CIENCIAS VETERINARIAS



**BIENESTAR ANIMAL, CALIDAD FISICO-QUIMICA DE LA CARNE E
IMPACTO ECONOMICO EN GANADO DE ENGORDA EN UNA
PLANTA DE SACRIFICIO TIPO INSPECCION FEDERAL**

TESIS
PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

PRESENTA:
IVÁN ABIUT LEYVA GARCÍA

DIRECTOR DE TESIS
Dr. FERNANDO FIGUEROA SAAVEDRA

Mexicali, Baja California

Octubre, 2011

AGRADECIMIENTOS

Primero que nada quiero dar gracias a Dios y a la vida por permitirme concluir esta etapa de mi vida y el poder continuar con mis proyectos personales y profesionales.

De igual manera agradezco la valiosa ayuda proporcionada por CONACYT, a mi escuela Universidad Autónoma de Baja California, especialmente al Instituto en Ciencias Agropecuarias y al Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias.

Mi más amplio agradecimiento a las personas que hicieron posible este proyecto especialmente al Dr. Fernando Figueroa Saavedra, Ph. D. Cristina Pérez Linares, Dr. Alberto Barreras Serrano y al Dr. Eduardo Sánchez López ya que con su ayuda y conocimientos ayudaron a mi crecimiento personal y profesional.

A todas aquellas empresas que permitieron llevar a cabo las auditorías realizadas, Ganadera Mexicali, Ganadera Jiménez, Ganadera Platts, Planta de sacrificio TIF 301.

A mis amigos que me apoyaron y aconsejaron en esos momentos difíciles, Daniel Juárez, José Luis García, Barbará Herrera, gracias por ayudarme a ser mejor cada día.

A mi querida y linda esposa Lulú e hijos Gibran y Yohel por su cariño y paciencia durante todo este tiempo, los cuales han sido el pilar más grande de mi vida, gracias a mis tres amores.

A todos mil gracias

CONTENIDO

	Pág.
LISTA DE CUADROS	i
LISTA DE FIGURAS	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	v
INTRODUCCIÓN	1
REVISIÓN DE LITERATURA	3
Políticas y prácticas de bienestar animal	3
Fisiología del estrés	5
Bienestar animal en sistemas de producción intensiva	10
Bienestar animal en transporte	16
Bienestar Animal en planta de sacrificio	20
Impactos negativos por la ausencia de bienestar animal	28
Lesiones y contusiones	28
Calidad de la carne	30
Impacto económico	32
CONCLUSIONES	35
LITERATURA CITADA	37
EXPERIMENTO I	47
Abstract	48
Introduction	48
Materials and methods	49
Animals	49
Slaughter plant conditions	49

Data collection	49
Assessment of animals welfare	50
Assessment of carcass bruising	50
Statistical analysis	51
Results	51
Assessment of animal welfare	51
Assessment of carcass bruising	51
Discussion	51
Assessment of animals welfare	52
Assessment of carcass bruising	53
Conclusions and implications	53
References	54
EXPERIMENTO II	56
Summary	57
Introducción	58
Material y métodos	59
Tamaño de muestra	59
Calidad de carne	59
Análisis económico	60
Resultados	61
Discusión	61
Resumen	64
Referencias	65

LISTA DE CUADROS

EXPERIMENTO I

Table		Pág.
1	Handling variables evaluated in cattle during the unloading and lairage at a TIF slaughter plant in northwest of Mexico	51
2	Handling variables evaluated in cattle during the stunning and bleeding stages at a TIF slaughter plant in northwest of Mexico	51
3	Evaluation of bruising on cattle carcasses at a TIF slaughter plant in northwest of Mexico	42

LISTA DE FIGURAS

EXPERIMENTO I

Figure	Pág.
1 Handling practices evaluated in cattle during the unloading, lairage handling, stunning and bleeding at a TIF slaughter plant in northwest of Mexico	50

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar los puntos críticos que pueden comprometer el bienestar animal, la calidad de la carne e impacto económico en ganado de engorda en una planta de sacrificio Tipo Inspección Federal (TIF) se utilizaron 8,118 animales, en cuatro etapas (descarga, espera pre-sacrificio, aturdimiento, aturdimiento-desangrado). Para cada etapa se realizaron 8 visitas para la observación de las prácticas de manejo. Las variables y criterios de evaluación fueron: tiempo promedio de desembarque, tiempo promedio de espera antes del sacrificio, disponibilidad de espacio por corral, vocalización, uso de chicharra, presencia de resbalones y caídas, número de disparos requeridos para inducir insensibilidad, inspección de las cabezas de bovino con relación al número de orificios y su ubicación respecto al blanco, número de animales con signos indicadores de sensibilidad (reflejo nasal, corneal, incorporación cabeza), tiempo entre insensibilizado-desangrado; Evaluación de lesiones y contusiones en canales post sacrificio (zona anatómica, tamaño del hematoma, grado de contusión); Para clasificar la carne por su calidad físico-química, se llevó a cabo la medición del pH y color (L^* , a^* , y b^* , C^*) en el músculo *Longissimus dorsi* entre la 11va. y 12va costilla a las 24 h post mortem. El pH se determinó con un potenciómetro de punción DeltaTRAK ISFET pH 101, medido en la profundidad del músculo. Los valores de (L^* , a^* , y b^*) se midieron en la superficie del músculo por un espectrofotómetro Minolta CM-2002 utilizando un componente especular incluido (SCI), un iluminante D_{65} y un observador de 10° , donde L^* : es el índice de luminosidad. El croma (C^*) fue calculado como $C = (a^{*2} + b^{*2})^{0.5}$. La carne fue clasificada para su calidad de acuerdo a las categorías siguientes: carne normal: pH 24h post mortem de 5.4 a 5.8, L^* de >50 y $C^* > 30$ y carne DFD: pH 24 h post mortem >5.8 , $L^* < 50$ y $C^* > 30$. Para determinar el impacto económico infiriendo a partir de una muestra 352 canales que fueron evaluadas y una población de animales sacrificados por mes de 8,467, se usaron las siguientes variables: Tamaño de la población, peso promedio de las canales, precio promedio

por kilogramo de carne sin clasificación DFD, precio promedio por kilogramo de carne DFD y la frecuencia relativa del problema. Los resultados obtenidos durante el desembarque una vocalización del 2%, 5% en uso de chicharra eléctrica, y un 4% en resbalones y caídas. El tiempo promedio de desembarque fue de 6.25 (± 0.43) min. En corrales de espera, 12% de los animales vocalizaron, al 80% se les aplicó la chicharra eléctrica, y un 8% presentó resbalones y caídas. Una disponibilidad de espacio por corral de 3.47 (± 0.42) m² por animal, un tiempo promedio de espera antes del sacrificio de 5.0 (± 0.60) h. Dentro del cajón de noqueo, 10% de los animales vocalizaron, 67% requirió chicharra eléctrica, y 15% presentaron resbalones y caídas. La efectividad de noqueo con un solo disparo fue del 95%, 4% con dos, 0.86% con tres y un 0.06% con cuatro. El 60% de los animales fueron noqueados dentro de la zona correcta de la cabeza, tras el noqueo, el 51% de los animales fueron insensibilizados adecuadamente. De los animales insensibilizados inadecuadamente (49%) el 47% presentó reflejo de incorporación de cabeza, 1% con respiración rítmica y el 1% con reflejo corneal. El tiempo promedio entre noqueo–desangrado fue de 81 (± 0.83) s en donde el 79% de los animales estaban en tiempo (60 s). La mayoría de las canales (92%) presentó algún tipo hematoma. De las 1,143 canales que presentaron hematomas, 14% fue en el primer tercio, 27% en el segundo y 59% en el tercero. El 23% de hematomas fueron <5cm, 72% entre 6-10cm, y 5% > 10 cm de diámetro. En términos de gravedad, la mayoría presentó grado 1 (68%), grado 2 (30%) y 2% en grado 3. La pérdida económica asociada a la presencia de carne clasificada como DFD del 47.63% para el caso individual se estimó una pérdida por canal de 88.58 dólares mientras que la pérdida agregada para el rastro fue calculada dentro de un intervalo de 273,229 a 338,804 dólares. Se concluye que existen deficiencias en el proceso de manejo durante las rutinas habituales dentro de la planta de sacrificio por lo que se recomienda capacitación y concientización del personal para mejorar significativamente la eficacia de este proceso.

Palabras claves: manejo pre-sacrificio, bienestar animal, hematomas, carne DFD, impacto económico.

ABSTRACT

In order to assess the cattle welfare status in a slaughter plant was carried out a series of audits so they can determine the impact of this on the physical chemical proprieties of the meat. 8,118 animals were used in four stages (unloading, lairage, stunning, bleeding and quantify of bruising incidence). For each stage were made 8 visits to observe management practices. The criteria and variables of evaluation were: unloading average time, average pre-slaughter waiting time, average density in the pens, vocalization, use of electrical goad, slips and falls, stunning efficiency (stunned with one, two or more shots), correct area for stunning, effectively unconscious (rhythmical breathing, corneal reflex and eye movement, attempt to stand up or lift head), time between stunning and bleeding. Evaluation of bruises on carcasses was based on anatomic area, size of bruise, and the grade of the bruise. To classify the physical and chemistry meat quality carcasses were evaluated in *Longissimus dorsi* muscle between the 11th and 12th rib to record the pH and color (L^* , a^* , $y b^*$, C^* ,) 24 h post mortem. The pH was determined with a potentiometer ISFET pH 101 Delta TRAK. Values (L^* , a^* , b^*) were measured at the surface of the muscle by a Minolta CM-2002 spectrophotometer using a specular component included (SCI), a D65 illuminant and an observer of 10° , where L^* : is the rate of luminosity. The chroma (C^*) was calculated as $C = (a^{*2} + b^{*2})^{0.5}$. The meat was classified for quality according to the following categories: normal meat: 24h post mortem pH of 5.4 to 5.8, $L^* > 50$ and $C^* > 30$ and DFD meat: pH 24 h post mortem > 5.8 , $L^* < 50$ and $C^* > 30$. To determine the economic impact from a sample 352 channels that were evaluated and a population of animals slaughtered per month of 8,467, we used the following variables: population size, average weight of carcasses, average price per kilogram of DFD meat classification, average price per kilogram of meat DFD and the relative frequency of the problem. In the unloading stage, 2% of the cattle vocalized, 5% were subject to the electrical goad, and 4% slipped or fell. The average time taken to unload the cattle from a single transport was 6.25 (± 0.43)

min. In the lairage stage, 12% of the animals vocalized, 80% were subjected to the electrical goad, and 8% of the animals slipped or fell. The average density in the pens was $3.47 (\pm 0.42) \text{ m}^2 / \text{animal}$, and the average pre-slaughter waiting time was $5.0 \pm 0.60 \text{ h}$. In the stunning stage, 10% of the animals vocalized, 67% were subjected to the electrical goad, and 15% of the animals slipped or fell. Stunning efficiency was high: 95% of the animals were stunned with one shot, 4% with two shots, 0.86% with three shots, and 0.06% with four shots. Sixty per cent of the animals were stunned in the correct area on the head. After being stunned, 51% of the animals were effectively desensitized. Of the animals stunned inadequately (49%) 47% tried to raise their head or neck, or get up, 1% exhibited rhythmic breathing, and 1% a corneal reflex. The average time between stunning and bleeding was $81 \text{ s} (\pm 0.83)$, where the 79% of the animals were stunned within the ideal time range (60 s). Most (92%) of the carcasses had some type of bruise. On the 1,143 animals that had bruises, 14% were on the first, 27% were on the second, and 59% were on the last third of the carcass. Twenty-three per cent of the bruises were $< 5 \text{ cm}$, 72% were 6-20cm, and 5% $> 10 \text{ cm}$ in diameter. In terms of severity, most animals have grade 1 (68%), grade 2 (30%), and 2 % had grade 3. The economic loss associated with the presence of meat classified as DFD of 47.63% for the individual event the estimated loss was 88.58 U.S. dollars per carcass while the aggregate loss for the slaughterhouse was calculated within a range of 273,229 to 338,804 U.S dollars. We conclude that there are deficiencies in the process of handling during normal routines within the slaughter plant so it is recommended staff training and awareness to improve significantly the efficiency of this process.

Keywords: Pre-slaughter handling, animal welfare, bruising, DFD meat, economic impact.

INTRODUCCION

Las personas, y especialmente aquellos profesionistas del área pecuaria, deben evitar el sufrimiento innecesario de los animales destinados a producir carne (Tadich et al., 2003). El bienestar animal resulta de primordial importancia no solo desde el punto de vista ético, sino también económico.

Existen muchas definiciones de Bienestar Animal ya que no es un único fenómeno aislado. Según Broom (1991), el bienestar de un individuo es un estado fisiológico que le permite adaptarse con éxito en un ambiente dado, por su parte Costa y Dasso (2007), definen al "Bienestar animal" como un estado de salud en armonía con su ambiente. El manejo que se realiza en el ganado para abasto de carne en las horas previas a su sacrificio, son de los más estresantes en su vida y pueden provocar además serio deterioro de la calidad del producto (Bianchi y Garibotto, 2005).

Algunos países importantes de productos de origen animal integran explícitamente aspectos de bienestar animal en sus regulaciones oficiales. Por lo tanto, quienes exportan o pretenden hacerlo a dichos países debe dar cumplimiento a esas exigencias (Rojas et al., 2005). Un ejemplo de esto es que en la actualidad el mercado de la carne está atravesando por un período de transición donde cada eslabón de la cadena cárnica tiene alta relevancia para lograr un producto de alta calidad para el consumidor (Costa y Dasso, 2007).

En México han ocurrido avances importantes en los temas de bienestar animal, aunque no los suficientes para estar a la par con otros países del continente. En este sentido, hay varios motivos que explican el gran interés por este tema, no solo a nivel de instituciones y gobierno sino también a nivel de productores pecuarios, industriales, exportadores y del público general (Bianchi y Garibotto, 2005). Pero tal vez a despertado mayor interés y preocupación porque las demandas de los consumidores se han hecho sentir con señales muy fuertes a través de mayores exigencias, los consumidores bien informados desean tener la confianza de que los

animales se críen de forma que su bienestar esté asegurado a lo largo del ciclo de producción (Allison-Thomas y Badino, 2007).

Se conoce que los procedimientos de manejo y sacrificio de los animales que se sacrifican en la región afectan el bienestar animal y repercute en las características de la canal, ya que no se garantiza los requerimientos de bienestar, a pesar de que existen Normas Oficiales Mexicanas (NOM-051-ZOO-1995 y la NOM-033-ZOO-1995). La falta de información completa sobre el impacto que ejerce el estrés dentro de los sistemas de producción es probablemente el mayor obstáculo para disminuir la presencia de carne DFD (dry, firm, dark por sus siglas en inglés) (Warris, 1990). La problemática presente dentro de la cadena de producción cárnica requiere de auditorías en las que se relacione el tema de bienestar animal de bovinos productores de carne de forma integral (engorda, transporte y el posterior sacrificio de los animales en el rastro), y determinar el efecto en la calidad de la carne, por lo cual es de suma importancia generar información básica para dar soluciones a la problemática presente, capacitar y concientizar al sector pecuario, lo cual traerá como consecuencia una mejor calidad de vida hacia los animales, una disminución en la presencia de carne DFD, un producto de mejor calidad para el consumidor, y un mayor beneficio económico para el productor (Grajales, 2010).

Es claro que bajo las actuales condiciones comerciales para la industria cárnica mexicana el bienestar animal no constituye un objetivo primordial, por lo cual es fundamental desarrollar un programa de control de bienestar animal.

El objetivo de este estudio fue generar información sobre los puntos críticos que pueden comprometer el bienestar animal, la calidad de la carne y su valor económico en ganado de engorda en una planta de sacrificio Tipo Inspección Federal (TIF).

REVISION DE LITERATURA

Políticas y prácticas de bienestar animal

El bienestar animal durante las distintas fases de la producción conlleva una serie de factores como el estrés, que en la actualidad son motivo de preocupación para los consumidores. Asimismo, la calidad de los productos de origen animal (incluyendo valores sanitarios y éticos) se está constituyendo como un elemento de presión de los consumidores para el sector productivo (Giménez-Zapiola, 2001).

Actualmente, la calidad se ha convertido en una necesidad estratégica y, en un arma para sobrevivir en mercados altamente competitivos. La empresa que desea ser líder debe saber qué espera y necesita su clientela potencial, tiene que producir un buen producto, debe cuidar las relaciones con sus clientes y, para lograrlo, es común que las empresas vinculen su estrategia de marketing a su sistema de calidad (Grunert et al., 2004). La fuerte competencia a nivel de mercados mundiales compradores de carne, conlleva a los países productores a un nuevo concepto de producción y beneficio: un mercado en el que la diferencia está dada por la "calidad del producto". Por lo tanto, una carne producida con animales bien tratados desde la crianza hasta el momento de su llegada a sacrificio tendrá, sin duda, un mejor aspecto, textura y sabor que aquéllos que hayan sido manejados en peores condiciones. Además, es cada vez mayor la preocupación por los consumidores de carne de los países compradores de nuestros productos, la certificación de que los mismos proceden de animales que durante todo el proceso desde el campo hasta el plato han cumplido con las normas de bienestar, sanidad y trazabilidad (Decara et al., 2007).

Últimamente, este tema ha tomado mayor importancia en el mundo entero, y particularmente en los países más desarrollados así como en los que intercambian productos pecuarios con ellos; América tiene una gran población de animales de granja, que en gran parte se destinan a la exportación (Sabatinni et al., 2002). Los sistemas productivos son diversos y repartidos en una geografía extensa y variada.

Esta situación hace más difíciles los esfuerzos por responder a las exigencias de los diferentes mercados (Rojas et al., 2005).

Se considera que una parte de los consumidores está dispuesta a pagar más por productos que han sido producidos siguiendo criterios de mayor bienestar animal. De esta manera, los países que venden o exportan, además de cumplir con la regulación oficial, deben cumplir con dichos estándares de bienestar animal (EUREPGAP, 2004). Los consumidores otorgan cada vez más importancia al bienestar de los animales, lo consideran un elemento fundamental en su percepción de la calidad de los alimentos. Esta tendencia es creciente en todos los países desarrollados. De La Sota (2004) menciona que todas las personas que emplean animales tienen obligaciones en relación con su bienestar; deben tomar medidas para reducir al mínimo el dolor, la ansiedad y el estrés experimentados por los animales durante su vida y para asegurar al máximo su bienestar mediante el uso de alojamiento adecuado y de métodos de tratamiento, inspección y gestión desde el punto de vista ético. A este respecto Allison-Thomas y Badino (2007) mencionan que muchos productores han reconocido que mejorar el bienestar de los animales actuando en forma preventiva en relación con el cuidado de la salud, la prevención de enfermedades y procurando cierto estado de confort, son elementos fundamentales que redundan en beneficios para su sistema productivo.

Rojas et al. (2005) mencionan que independientemente de la motivación de los mercados, los productores o industriales, dichas prácticas de bienestar animal deben ser aplicadas para evitar las pérdidas económicas o los gastos extras que se producen cuando no se aplica ninguna medida. En algunos casos, ellos mismos, sin requerimiento de regulaciones, adoptan las prácticas de bienestar animal como medidas de “sentido común”. Como una forma de generar un “piso de calidad” de la producción y transformación de los productos para que éstos sean más competitivos en el mercado interior o en el de exportación, los países fomentan políticas de buenas prácticas de producción y manufactura. Esto es también válido en países más pequeños como políticas de diferenciación. En esas políticas se incorporan y se promueven protocolos de bienestar animal (Sabatinni et al., 2002).

El tema del bienestar tiene una importancia creciente. Sin embargo, el nivel de desarrollo del tema es muy diferente de un país a otro. El interés por el bienestar animal es una consecuencia de la voluntad de controlar la manera de producir los alimentos y se ha concretizado con la implementación de estándares de bienestar animal (Rojas et al., 2005).

Fisiología del estrés

La respuesta de estrés es el mecanismo fundamental que permite a los animales adaptarse a un cambio en su ambiente (Selye, 1976). El comportamiento de los animales se desarrolla y es influenciado por factores genéticos y ambientales, entre estos últimos incluimos la actitud del productor y operarios en el trato y cuidado que se les ofrece a los animales (Allison-Thomas y Badino, 2007).

Los cambios ambientales constituyen estímulos estresores que actúan sobre el sistema nervioso provocando una respuesta inmediata por vía nerviosa en la que el animal reacciona rápidamente iniciando su adaptación (María et al., 2003). El miedo es un gran factor de estrés y cuando son sometidos por un período prolongado, se afectará su sistema inmunológico y por ende su salud (Allison-Thomas y Badino, 2007) es por eso que durante esta fase se producen cambios de comportamiento y de ritmo cardíaco, además de alteraciones metabólicas importantes. Para restablecer el equilibrio metabólico es necesaria una segunda respuesta, en este caso por vía sanguínea, consistente en la secreción de una hormona (ACTH) que actúa sobre la glándula suprarrenal. Esta glándula descarga sustancias a la circulación sanguínea como el cortisol que contribuye a la adaptación definitiva. Esta segunda fase es más lenta y el cortisol tarda en elevarse aproximadamente 15 minutos tras la acción del agente estresor. Es por tanto esta respuesta un mecanismo esencial y favorable para que los animales se adapten a los cambios ambientales (María et al., 2003).

El problema surge cuando los estímulos son muy intensos o muy repetidos en el tiempo, el mecanismo adaptativo no funciona correctamente y el animal no logra adecuar su metabolismo a la nueva situación con la consiguiente pérdida de

bienestar. Este fracaso adaptativo conlleva mayores gastos energéticos por parte de los animales (pérdida de eficiencia), un mayor riesgo de enfermedades (defensas bajas) y una carne de baja calidad (pHs altos). Esto último es consecuencia del excesivo gasto energético que tiene el animal derivado de una situación de estrés intenso. Las reservas de glucógeno muscular están agotadas en el momento del sacrificio lo que impide que el pH muscular caiga hasta los niveles deseados (5.50-5.60), lo que se traduce en un pH elevado (> 5.80) de la carne. Ello puede dar aparición a las denominadas carnes "DFD" que se caracterizan por ser más oscuras, más firmes, más secas y de mala conservación (María, 1999).

Es posible pues, valorar objetivamente en qué medida un animal está utilizando este mecanismo de adaptación y en consecuencia su bienestar. Para ello se pueden valorar aquellos metabolitos asociados a la función de la glándula suprarrenal (i.e. cortisol) y al metabolismo energético (i.e. glucosa o lactato), al daño muscular (i.e. enzima CK), las constantes fisiológicas del animal (ritmo cardíaco o temperatura corporal), el comportamiento observado y, obviamente, la calidad de la carne, en especial su pH a las 24 horas post-mortem (Gallo et al., 2003a, Warris, 1990). En un estudio realizado por Werner y Gallo (2008) sobre algunos componentes de la sangre en caballos destinados a sacrificio encontraron un aumento significativo ($P<0.05$) en las concentraciones de lactato (0.90 a 8.32 mmol/l), glucosa (4.76 a 7.78 mmol/l) y cortisol (4.75 a 6.84 mmol/l), así como la actividad de CK (189.24 a 619.76 mmol/l), los valores más altos de estos componentes se observaron antes del noqueo y durante el desangrado, a excepción de la concentración de cortisol, que mostró los valores más altos durante el proceso de transporte (8.92mmol/l).

Varios autores han reportado diferentes aumentos en las variables plasmática después de alguna actividad física fuerte o algún estímulo estresor importante. Por ejemplo Tripp y Schmitz (1982) reportaron un aumento de CK (100,500 mU/ml) en pavos mientras que en borregos (160,000 mU/ml). Gallo y Tadich (2008) al evaluar la calidad de carne durante los manejos previos al sacrificio en bovinos determinan como el transporte incrementa significativamente los niveles basales de cortisol y

glucosa sanguínea (1.0 a 3.6 mmol/l y 4.0 a 5.8 mmol/l respectivamente). En un estudio similar Tadich et al. (2002) al reportar los valores sobre algunas variables sanguíneas encontraron niveles de (glucosa 4.99 a 5.76 mmol/l y cortisol 2.86 a 4.58 mmol/l) antes y después del desangrado en novillos. Por su parte Tadich et al. (2005) reportan en un estudio comparativo durante el transporte de becerros, concentraciones de cortisol (2.40 a 3.73 mg/dl), glucosa (4.3 a 7.7 mmol/l), CK (5.50 a 6.59 U/l).

Kannan et al. (2000) señalan que, como respuesta al estrés, puede existir un aumento en la concentración de glucosa como resultado de una elevación de la concentración de cortisol, esto sucede porque la acción del cortisol en el hígado aumenta la síntesis de algunos enzimas que promueven la gluconeogénesis y la mayoría de esta nueva glucosa es liberada en el flujo sanguíneo aumentando los valores de glucosa en sangre. Los niveles de glucosa se asocian indirectamente al estrés como una consecuencia de la acción de catecolaminas y glucocorticoides (María 1999). Coppo et al. (2003) menciona que un animal estresado puede aumentar sus niveles sanguíneos de cortisol de los niveles basales de $10 \pm 4 \text{ mg/dl}^{-1}$, a un aumento significativo a $28 \pm 4 \text{ mg/dl}^{-1}$, menciona que los valores basales de cortisol varían entre 16 ng/ml en viajes cortos y 35 ng/ml en viajes largos. Ambos valores pueden considerarse normales para un bovino en condiciones de tranquilidad y en ausencia de estresores agudos (María, 1999). Por su parte Tadich et al. (2005) encontraron en un estudio durante el transporte de becerros, valores de cortisol (2.40 a 3.73 mg/dl), glucosa (4.3 a 7.7 mmol/l), CK (5.50 a 6.59 U/l).

La degradación del glucógeno muscular como consecuencia del ejercicio durante el transporte puede conducir a la producción de elevados niveles de ácido láctico, el cual es liberado al torrente sanguíneo. Así, se acepta que un ejercicio muy intenso puede estar asociado a niveles elevados de lactato. Adicionalmente, una liberación de catecolaminas, resultantes de una situación de miedo puede también conducir a un aumento de la glucosa y colaborar a un incremento del lactato libre en sangre (María 1999). Por su parte Chacón et al. (2005) al evaluar el estrés que tiene el transporte, encontraron niveles de lactato en animales control de 25 mg/dl,

mientras que aquellos transportados (41 a 46 mg/dl), refiriendo que dicho aumento fue provocado al proceso anaeróbico requerido para producir energía, debido a un ejercicio intenso durante la carga, descarga, así como al mantener la estabilidad durante el viaje.

La enzima Creatina Kinasa (CK) es liberada al torrente sanguíneo cuando existe daño muscular, como puede ser el derivado de un ejercicio violento (i.e. montas, transporte, etc). Es claro que si bien no es una medida directa de estrés, es una consecuencia que indirectamente puede asociarse a situaciones de estrés o pérdida de bienestar (Grandin, 2000). Maria (1999) menciona que los niveles basales oscilan entre 23 y 25 U/l. Kannan et al. (2000) describen que la actividad plasmática de CK en ovejas se incrementa durante el transporte en proporción a la longitud del viaje (100 a 275 UI), lo que sugiere que el mantenimiento de la posición en el vehículo en movimiento es físicamente estresante. La actividad plasmática de CK indica un daño muscular importante (Werner y Gallo, 2008). Stull (1999) reportó que a medida que aumentan las horas de transporte, la fatiga muscular (concentraciones de lactato) es una de las consideraciones fisiológicas más indicativas (6 ± 2 a 18 ± 1 mg/dl). Para Chacón et al. (2005) en general todas las variables sanguíneas asociadas a estrés (lactato, cortisol, glucosa y CK) fueron afectadas significativamente ($p \leq 0.001$) considerando el tiempo de transporte, con la excepción de la enzima creatina kinasa (345.12 ± 160 a 514.37 ± 162 UI/L⁻¹).

Los animales como las personas son sociales, interactúan, se comunican y desarrollan relaciones amistosas. Algunos son dominantes y otros son subordinados. Tienen alguna necesidad de privacidad o de territorio y son afectados por las interrelaciones sociales. Los patrones difieren entre los sexos y entre los animales jóvenes y adultos. Existe una tendencia natural a formar grupos de semejantes (Allison-Thomas y Badino, 2007).

El sexo y la etapa de desarrollo en que se encuentra el animal afecta la presencia de cortes oscuros, debido al comportamiento general del ganado, el comportamiento antagonista de los toros (montas y peleas), el comportamiento de monta de vacas y vaquillas en estro, la demanda nutricional, periodos de alto

crecimiento, cada una de estas etapas genera estrés en el animal. Los toros tienen los niveles más altos de corte oscuros, seguido por vacas, vaquillas, vaquillas castradas y finalmente novillos (King, 2005). García et al. (2008) al evaluar algunas características en las canales y calidad de carne de bovinos, determinaron una incidencia de carne DFD del 38% para vaquillas intactas, un 8% para novillos y 16% para vaquillas castradas, lo cual indica una mayor susceptibilidad de las vaquillas intactas a la presencia de carne DFD. Las hembras tienen un temperamento más excitable y la sensación de temor es mayor cuando aún no presentan parto, esto se debe a que la secreción de estrógenos baja en las hembras que han pasado por un parto en comparación con las hembras careciendo de ello (Voisinet et al., 1997). Grandin (2007) al revisar niveles de cortisol en diferentes razas de bovinos, sugiere que estos van desde los 3 ngml⁻¹ en Holstein y toros Angus a 63 ngml⁻¹ en las razas más nerviosas como Brahman y sus cruces. Por su parte King (2005) al evaluar la relación entre el temperamento de algunas razas de bovinos con su respuesta hacia el estrés, determinó que aquellas clasificadas como excitables, se asocian con concentraciones más altas ($p < 0.05$) de cortisol sérico (17 ng/mL). Toros adultos tienden a reducir de manera considerable los niveles de cortisol sérico (1.9 vs. 4.8 µmg/dL) en comparación con novillos, vacas o vaquillas (Tennessee et al., 1984).

Existe ganado bovino de algunos grupos genéticos con predisposición al estrés lo que hace casi imposible moverlos en calma, estos animales se frenan ante las novedades, siendo más propensos a retroceder ante distracciones pequeñas (tales como sombras o reflejos en las mangas) y amontonarse en grupos compactos (Grandin 1997). El temperamento es la respuesta del comportamiento de un animal al manejo producido por el hombre, este puede ser de temperamento excitable o de temperamento calmado (Burrow, 2003). La raza Holstein presenta un temperamento calmado ante las novedades ambientales de la engorda y la planta de sacrificio que otras razas europeas y cebuinas (Lanier et al., 2000). Dentro de la raza Holstein el color del pelo de la cabeza del animal tiene relación con el temperamento, siendo más propensa al estrés aquellas con mayor cantidad de pelo blanco en la cabeza (Voisinet et al., 1997). El temperamento actúa de acuerdo con las experiencias de manejo previas y el aprendizaje que haya tenido el animal, determinando cómo

reaccionará este con un trabajo particular. La docilidad del ganado vacuno de carne depende de estos factores (Allison-Thomas y Badino, 2007). Algunos experimentos han intentado identificar los vínculos entre el temperamento y las diversas medidas de la productividad. Un estudio informó que las vacas con temperamento dócil tenían un aumento de 25 a 30% en la producción de leche (Voisienet et al., 1997).

Animales que presentan una marcada aversión hacia las personas presentan importantes aumentos en las concentraciones libres de corticosteroides y bajos rendimientos en el crecimiento y reproductivos, de igual forma animales acostumbrados al manejo calmo y tranquilo son menos susceptibles al estrés, generado por prácticas en las que participa la presencia humana (Lensink et al., 2000). Somos conscientes de que es inevitable que los animales estén sometidos a la acción de estresores como el manejo, la carga, el transporte o la descarga, entre otros. No obstante, lo que está en nuestras manos es minimizar su efecto asegurando un buen manejo de los animales (Grajales, 2010).

Bienestar animal en sistemas de producción intensiva

La industria ganadera enfrenta puntos importantes en el área del bienestar animal, interrogantes que surgen al observar las prácticas de producción y manejo de los animales (Webster, 2001). Se encuentran bajo cuestionamiento los impactos de una serie de prácticas relativas al bienestar del ganado. Las prácticas discutidas están relacionadas con los sistemas de producción; diseño de instalaciones, servicios y mantenimiento; manejo de los animales; entre otros. Muchas de las prácticas cuestionadas están asociadas a la producción intensiva y al confinamiento de animales (Gallo et al., 2003a).

De acuerdo con Allison-Thomas y Badino (2007) el bienestar de los animales depende de muchos factores tales como la sanidad, el alojamiento y manejo, las interacciones sociales entre animales y la posibilidad de llevar a cabo determinadas pautas de conducta por lo que estos factores deben tenerse en cuenta en la valoración del estado de bienestar. En estudios previos se puede determinar cómo estos factores no son tomados en cuenta. Bianchi y Garibotto (2005) al evaluar el

bienestar animal en ovinos de engorda, mencionan que el 77% de los establecimientos evaluados manifestaron encerrar los animales previo al embarque, promediamente 9 horas antes del arribo del camión y frecuentemente sin que los animales tengan acceso al agua, a pesar de lo conveniente que resulta su disponibilidad hasta el momento del embarque. Aun reconociendo el efecto estresante que provoca el hecho de mezclar lotes previos al embarque, un porcentaje de engordas (casi el 40% de los encuestados) señaló hacerlo.

Costa y Dasso (2007) al caracterizar dos estilos de manejo, uno mediante el cual los animales son dominados por la fuerza y otro basado en el conocimiento del comportamiento del bovino, demostrando que existen diferencias significativas en los niveles séricos de cortisol entre el grupo tratado según pautas de bienestar y el manejado estilo convencional (3.67 Ug/dl y 4.84 Ug/dl respectivamente, $P < 0.01$). Torres (2010) al evaluar el bienestar animal de novillos de engorda en la zona centro del estado de Veracruz concluye que las instalaciones y el manejo de los animales afectan en gran medida el comportamiento animal, lo cual se refleja en la frecuencia de conductas agonistas que presentaron los animales dentro de los corrales (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 parados 58%). En este sentido Grandin (2007), menciona que la zona de fuga es el espacio individual del animal. El ganado en corrales de engorda puede tener zonas de fuga de 1.5 a 7.61 metros según Grandin (2010); ovejas en pastoreo (11.6m) bovinos en pastoreo (31m), bovinos en corrales (8.2m) y de 0 a 7m en ganado lechero (Grandin, 1993; Andrade et al., 2001; Rushen et al., 1999).

Webster (2001) estableció una combinación de conceptos con el objeto de mejorar el bienestar de estos animales, creando las bases de lo que se conoce como las "cinco libertades". En la actualidad, existe una aceptación en aumento de las llamadas "cinco libertades" (o liberaciones) que fueron elaboradas por el Consejo del Bienestar Pecuario del Reino Unido como una declaración de principios para el tratamiento apropiado del ganado.

Éstas son:

- Que se les libere del hambre y la sed — acceso pleno a agua fresca y a una dieta que los mantenga con buena salud y vigor.
- Que se les libere de Incomodidades — provisión de un ambiente apropiado, incluyendo zonas de resguardo y un área de descanso cómoda.
- Que se les libere del dolor, lesiones o enfermedades — prevención o rápido diagnóstico y tratamiento.
- Que se les de libertad para expresar su conducta normal — provisión de espacios suficientes, instalaciones apropiadas y compañía de animales de su mismo tipo.
- Que se les libere del miedo y la angustia — asegurar condiciones y tratos que eviten el sufrimiento mental.

Una comprensión de la psicología del ganado reducirá el estrés tanto para el ganado como para el ganadero. Las experiencias previas de un animal afectarán la intensidad del estrés resultante de un manejo. Grandin (1998) menciona que aquel ganado el cual ha sido criado en explotaciones extensivas y no está acostumbrado al manejo cotidiano dentro de los corrales de engorda (iniciación), la respuesta fisiológica al estrés aumenta los niveles de cortisol sérico (i.e. prensa 30 ng/mL, marca de hierro caliente 36 ng/mL, animales caídos con las extremidades hacia el aire 93 ng/mL). El ganado tiene buena memoria, aquellos animales que han sido manejados en forma brusca serán más difíciles de trabajar y se estresarán en mayor grado con manejos futuros. Aquellos animales que han sido acostumbrados al manejo y que se trabajan en forma tranquila son estresados en menor grado (SAGARPA, 2008). Grandin et al. (1981) indica que la adaptación de los animales a manejos menores (inyecciones, pesaje, lotificación) reduce de manera significativa los niveles séricos de cortisol (6.3 ng/ml), glucosa (61 mg/dl), CK (71 UI). Un manejo utilizando buenas prácticas tanto en ranchos como en corrales de engorda muestra que la reacción del ganado hacia las personas producirá un ganado más calmo y manejable hasta su sacrificio (Grandin, 1998).

Andrade et al. (2001) mencionan que la inmovilización de los animales es un método de uso común dentro de las engordas, y que las trampas se utilizan con frecuencia para llevar a cabo manejos agresivos los cuales resultan estresantes, tales como castraciones, marcas, tratamientos, entre otros. En un estudio realizado por dichos autores al evaluar la inmovilización en prensa de animales raza cebú determinaron cómo los niveles séricos de cortisol disminuían al recibir un manejo dócil y tranquilo durante 19 días ($3:92 \pm 1:20$ a $0:99 \pm 0:37$ ng/ml, $P < 0:002$).

Halverson (1991) menciona que para juzgar cómo las prácticas de producción existentes afectan el bienestar de los animales de granja, es necesario definir lo que constituye el bienestar animal. El punto crítico, cuando se desarrollan estándares de bienestar animal, es determinar qué indicadores serán utilizados y cómo estos indicadores serán medidos e interpretados. Mientras que la comunidad científica tiene una predisposición por buscar medidas "objetivas" que estén apartadas de los argumentos éticos y morales, el análisis del bienestar pecuario presenta ciertos problemas únicos porque los resultados están fuertemente influenciados por el punto de partida elegido. Esa decisión estará basada, por lo menos en parte, en las creencias preconcebidas sobre lo que es probablemente importante. Las cinco libertades o liberaciones mencionadas arriba son un ejemplo de creencias preconcebidas que pueden servir como una base para la selección de los estándares que pueden ser medidos (Dantzer, 2002).

El maltrato de los animales produce una disminución evitable en el valor del animal, por ello que la aplicación del bienestar animal permitirá mejorar la calidad del producto en los distintos eslabones de la cadena. La falta de interés sobre este tema expone a los animales a variadas situaciones de estrés, lo que redundará en pérdida de peso y baja calidad de la carne. Por ejemplo Burrow (2003) menciona que animales que han sido estresados repetidamente presentan incrementos de 1.04 kg/día comparado con 1.46 kg/día en animales calmos y tranquilos. Por su parte Voisin et al. (1997) al evaluar las ganancias de peso considerando un manejo tradicional y uno aplicando las pautas de bienestar animal en ganado de engorda, determinaron que aquellos manejados mediante la fuerza presentaron

menores ganancias de peso/día (1.19kg/día) comparado con aquellos sujetos al bienestar animal (1.38 kg/día) 0.19 kg/día mas ($p < 0.05$).

Otro ejemplo claro a esto son las practicas encontradas por Bianchi y Garibotto (2005), en lo que refiere a los métodos de conducción de los animales, el 66% de los establecimientos analizados utilizaban chicharra eléctrica y aproximadamente un 20% se valían de la ayuda de perros para trasladar los animales. Costa y Dasso (2007) mencionan que si bien existen las más diversas prácticas en cuanto al manejo de los animales y todas tienen como fin dominar a los mismos, reconocen dos tipos de manejo: un estilo de manejo mediante el cual los animales son dominados por la fuerza y otro estilo basado en el conocimiento del comportamiento del bovino. El estilo de manejo mediado por la fuerza implica la utilización en exceso de presión sobre los animales. Esta presión es ejercida por personas, de a pie o de a caballo, con utilización de distintos elementos y prácticas que incluyen, arreos con perros, torceduras de cola, chicharra eléctrica, palos o hierros (generalmente varillas punzantes de alambrados eléctricos). Este manejo puede requerir adaptaciones fisiológicas extremas por parte de los bovinos, lo que podría conducir a un estado de estrés (Coppo et al., 2003).

En un estudio realizado por Torres (2010) se puede comprobar esto, ya que menciona que una de las herramientas usadas sin motivo alguno para hacer avanzar los animales es la chicharra eléctrica (2.74 a 4.61%) y en aquellos animales que presentaron resistencia (10.71 a 16.43%). De acuerdo a Grandin (2000) el máximo permitido para estar dentro de lo aceptable es un 20%. Una causa en el uso excesivo de este instrumento son las condiciones de la infraestructura y la falta de capacitación y concientización del personal para realizar un buen manejo de los animales (Grandin, 1997). Por su parte Smith et al. (1998) al evaluar el uso de chicharra eléctrica para hacer avanzar los animales durante la rutina de manejo y sobre algunas variables sanguíneas, concluyen que la aplicación controlada de la chicharra eléctrica no provoca alteraciones en la composición sanguínea o respuesta fisiológicas alguna.

Giménez-Zapiola (2006) menciona que tratándose de animales de gran tamaño, este método conlleva un abundante despliegue de recursos y energía. El estilo basado en el conocimiento del comportamiento del bovino consiste en la realización de las distintas prácticas en sintonía con las pautas de comportamiento normales para cada especie (Coppo et al., 2003). El nuevo sistema, en cambio, procura dominar a los animales por medio de la inteligencia, poniendo maña antes que fuerza. Esto es más fácil decirlo que hacerlo, y requiere la decisión empresarial de invertir en capacitación e implementar los nuevos criterios de manejo. El beneficio de esta innovación es doble, pues reduce los costos y aumenta la producción, es decir, se obtiene cada vez más por menos. Y además, es duradero, pues una vez que el personal entiende los principios del buen manejo, se inicia un proceso continuo de aprendizaje y mejoramiento a través de la práctica cotidiana (Grajales, 2010).

De La Sota (2004) indica que el manejo tradicional atenta contra el bienestar animal y además tiene connotaciones económicas. La adopción de estas prácticas puede estar condicionada por la falta de instalaciones, personas o medios necesarios para la realización de las mismas. También por desconocimiento de las pautas de comportamiento de las especies (Costa y Dasso, 2007). La Comisión Nacional de Buenas Prácticas Agrícolas (2003) menciona que el manejo de animales implica una interacción entre el hombre (encargado de los animales), el medio ambiente (las estructuras como corrales, mangas, prensa y otras donde se manejan los animales) y los animales (los bovinos tienen un temperamento y comportamiento característico de la especie). Es importante destacar que solamente cuando no existen restricciones de ningún tipo el animal tiende a expresar su potencial de crecimiento en función de su tamaño y sexo (Allison-Thomas y Badino, 2007). Muchos ganaderos aceptan el maltrato de su hacienda como si fuera inevitable, porque creen que los animales son brutos y necesitan el uso de la fuerza para avanzar (Giménez-Zapiola, 2006).

Bienestar animal en transporte

La cadena de producción de carne bovina incluye el transporte y posterior sacrificio de los animales en el matadero. Este punto crítico del sistema de producción puede poner en riesgo en unas pocas horas el buen trabajo realizado durante meses por los ganaderos (María, 1999). Para Grigor et al. (2001) resulta obvio que el transporte supone un estrés adicional para los animales. Entre los diversos factores que inducen el estrés en los animales durante esta etapa se han señalado: el transporte por períodos prolongados, el ejercicio muscular y los estímulos sociales, como es la mezcla de grupos de animales de distinto origen, la carga y descarga, el arreo, hacinamiento, ruido, vibraciones, y todos los manejos menores inmediatamente previos al sacrificio. Se puede afirmar que, si las condiciones de transporte son adecuadas, los niveles de estrés que se observan no indican un riesgo superior al derivado de un manejo normal (Grandin, 2007).

Villarroel et al. (2001) al analizar los puntos críticos que pueden comprometer el bienestar animal durante el transporte encontraron resultados importantes, 17% de las engorda auditadas utilizaron la chicharra eléctrica para el manejo de los animales (23% en la carga, 36% en la descarga), la mezcla de animales (< 15%) fue mínima (13% en carga y solo un 4% en descarga), el 51% realizaban estos manejos durante la mañana con la finalidad de evitar las altas temperaturas, mientras que el tiempo promedio de embarque fue de 17 minutos y 8 durante el desembarque. De acuerdo a Grandin (1998) estos parámetros aun se encuentran fuera de lo aceptable. Para el ganado, el embarque y desembarque por lo general presentan mayor estrés que el propio viaje (Grandin, 1997). Al evaluar los procesos de embarque y desembarque, María et al. (2004) determinaron que el 48% de las engordas realizaban dichas actividades por la mañana, 37% por la tarde y solo el 14% por la noche, un tiempo promedio de embarque de 7.5 minutos (1 ± 21 minutos), casi el doble que durante el desembarque 4.2 minutos (1 ± 11 minutos).

El transporte es un evento poco familiar para los animales, el cual invariablemente produce estrés según la duración e intensidad del estímulo, desencadenando diversas respuestas fisiológicas y conductuales adaptativas en los animales (María et al., 2004). En esta línea, se han desarrollado una serie de investigaciones sobre el transporte de animales. Tadich et al. (2003) al evaluar el efecto que tiene el ayuno durante dos tiempos de confinamiento y de transporte sobre algunas variables sanguíneas en novillos, indican que los novillos transportados por 3h y confinados por 16h tuvieron mayores concentraciones de cortisol (1.09 y 1.23 $\mu\text{d/dl}$, respectivamente, $P < 0.01$), glucosa ($P < 0.05$), mientras que los novillos confinados por 3 h tuvieron una concentración menor de lactato (-0.67 mmol/l) que la concentración pre experimental. Los valores de glucosa en los distintos tratamientos fueron superiores a los descritos por Oyarce et al. (2002) (3.9 ± 0.53 mmol/l) en novillos confinados y a los descritos por Kaneko et al. (1997) (3.19 ± 0.38 mmol/l). Los valores de lactato fueron mayor a los valores promedio (0.7 ± 0.4 mmol/l) obtenidos por Oyarce et al. (2002), indicando que los niveles de lactato aumentaron producto del ejercicio físico provocado por el arreo y manipulación por la toma de muestras. De acuerdo a Galyean et al. (1981) las concentraciones de cortisol no son afectadas por los diferentes tiempos de ayuno y transporte a que son sometidos los animales.

De acuerdo a Gregory (2008) tiempos cortos de ejercicio físico y estados de estrés, aumentan la adrenalina circulante, produciendo degradación del glucógeno muscular y aumento de las concentraciones de lactato. Diversos autores coinciden en que el tiempo de transporte de los animales contribuye a aumentar las concentraciones de lactato (María et al., 2004; Tadich et al., 2005). Para Tarrant y Grandin (1993) el incremento en CK se explica por la presencia de roces y peleas entre animales durante el proceso, lo que causaría daño muscular con la consecuente liberación de la enzima. Tadich et al. (2003) encontró que la actividad de la enzima CK en sangre aumentaba proporcionalmente al tiempo de transporte en animales transportados hasta por 15 h. Esto sería atribuible al esfuerzo realizado por los animales para mantenerse en pie durante períodos más prolongados de transporte o confinamiento.

Sin embargo, para algunos productores los temas referidos a bienestar de los animales transportados para su sacrificio, siendo muy importantes, no constituyen un objetivo primordial (Webster, 2001). María et al. (2003) menciona que apartarnos de estas condiciones dificultará los cambios en los sistemas de transporte de los animales. Gallo y Tadich (2005) indican que el transporte de animales y el manejo asociados a él, constituyen eventos que provocan estrés, pérdidas de peso, daños físicos, y a veces incluso la muerte. Un ejemplo es lo reportado por Díaz (2008) al evaluar el efecto de dos tiempos de transporte de 3 y 6 horas, encontrando que las pérdidas de peso vivo presentaron una diferencia significativa ($P \leq 0.05$). El hecho que el peso vivo al final del transporte fuera significativamente mayor en los novillos transportados por 3 horas en comparación con los novillos transportados por 16 horas (485 kg y 473 kg en promedio respectivamente) sugiere que hubo una pérdida mayor a medida que tiempo de transporte aumentaba. Grandin (2002) menciona que por cada 20-30 minutos de trabajo estresante se produce un 0.5% de pérdida corporal (peso vivo).

Esto concuerda con Pérez (1999) y Lizondo (2000) quienes registraron mayores pérdidas de peso a mayor tiempo de transporte y con el hecho que el ganado merma aproximadamente un 5% durante las primeras 5 horas sin alimento y luego un 0.2% por hora, por su parte Gallo et al. (2003a) mencionan que en viajes largos (16h) las pérdidas de peso son alrededor de 2-8 kg (8.5%) y luego un 0.18% (0.42 kg) por hora. Se ha visto que las mayores pérdidas de peso en el ganado sometido a ayuno ocurren en las primeras 24 horas (Carr et al., 1971), ello debido a que en el bovino el contenido del tracto digestivo equivale entre el 12% y 22% del peso vivo. Según Dantzer (2002) las inevitables pérdidas de peso consecutivas al transporte varían entre 1.5% y 8% del peso de partida en cerdos y bovinos, influyendo en estos porcentajes la duración del transporte y la estación del año, entre otros. Para Gallo et al. (2000) las pérdidas de peso durante el transporte fueron crecientes y significativas ($P \leq 0.05$) a medida que aumentaron las horas de viaje de 6 a 24 h, las pérdidas fueron mayores al 8%, alcanzando un 11.9% en peso vivo.

Los antecedentes sobre comportamiento de los animales durante el transporte son útiles ya que proveen información de cómo los animales se adaptan y sobrellevan estas situaciones, indicando además de qué forma se pueden realizar modificaciones para mejorar los medios y condiciones del transporte. En cuanto a dichos comportamientos se ha visto que las orientaciones más comunes adoptadas por los bovinos en la jaula son la perpendicular y la paralela a la dirección del movimiento (Gallo y Tadich, 2005). Dichos resultados concuerdan con trabajos hechos por Gallo et al., (2000) observando que las posiciones comúnmente adoptadas fueron la paralela (38,2%) y la perpendicular (35,9%) al eje mayor del camión, siendo la posición oblicua (25,9%) la menos frecuente. Grigor et al. (2001) encontró semejanzas al encontrar un 36% en posición paralela y 37% en la perpendicular. Esto indica que el ganado tiene una orientación de preferencia que les permite mejorar la seguridad de su balance en un vehículo en movimiento.

Sin embargo, luego de 12h de transporte, debido al cansancio por mantener el equilibrio en la jaula en movimiento, el ganado comienza a echarse o a caerse con mayor frecuencia (Gallo y Tadich, 2005). Para Gallo et al. (2000) se presentaron 2 animales caídos en el transporte de 12h y 7 caídos en el de 24h, evidenciando que al aumentar las horas de viaje los animales se cansan y tienden a echarse o están más predispuestos a sufrir caídas. De acuerdo a Grigor et al. (2001) se presentó un 4% de animales caídos. Esto es importante ya que cuando los animales se han caído quedan atrapados en el piso por el resto del ganado, el que se mantiene por encima de ellos y ocupa el espacio disponible para estar de pie, predisponiendo a estos animales a sufrir pisotones y consecuentemente hematomas. Por ello, para viajes prolongados se recomienda aumentar la disponibilidad de espacio para los animales (Gallo y Tadich, 2005). La densidad de carga es otro aspecto importante, ya que la libertad de movimiento se restringe severamente bajo densidades de carga altas. Al respecto, Tarrant y Grandin (2000) califican como densidad de carga alta, una disponibilidad de 1.1m^2 por 500 kg de peso vivo, y explican que en estas condiciones el ganado ocasionalmente se cae debido a que se reduce la movilidad de los animales y ello impide que puedan ubicarse en la orientación preferida. Con respecto a la densidad máxima permitida por el reglamento de transporte (Chile, 1993) que es

de 500 kg/m² Gallo y Tadich (2005) la catalogan de alta. Por su parte SAGARPA (2008) indica una densidad de 1.27 a 1.59 m² por cada 500kg de peso vivo. La densidad de carga usada comercialmente para los bovinos destinados a sacrificio en Chile es en promedio de 455 kg/m² (Gallo et al., 2005). Diversos autores recomiendan como máximo 360 kg/m² para el ganado adulto y consideran altas las densidades sobre los 400 kg/m² (Tarrant y Grandin, 1993; Knowles, 1999).

Si bien el tiempo de viaje es un factor definitivamente importante durante el transporte, que influye sobre el bienestar animal (Tadich et al., 2005), también interactúan otros factores como las características del vehículo, la conducción del chofer, los caminos (curvas, pendientes, aceleradas, frenadas, cemento o asfalto, etc.), el clima y la temperatura ambiental (calor, frío, lluvia, etc.) el tipo de animal transportado en particular (edad, sexo, presencia o no de cuernos, estado fisiológico y nutricional, etc.) (Villarroel et al., 2001; Grandin, 2010; Gallo et al., 2003a).

En México no se le ha dado la importancia necesaria en relación entre transporte, bienestar animal y calidad de la carne. En países más desarrollados éste es un punto sobre el cual el consumidor ejerce presión, insistiendo en que se contemple dentro de los esquemas de producción y comercialización aspectos relativos al bienestar animal, constituyendo un atributo mas de calidad del producto que se conoce como calidad ética (Grajales, 2010).

Bienestar animal en planta de sacrificio

El manejo que se realiza en el ganado para abasto de carne en la horas previas a si sacrificio, son de lo mas estresantes en su vida y pueden provocar además serio deterioro de la calidad del producto (Warris, 1990; Gallo et al., 2003b). Existen múltiples factores que influyen sobre las características de la canal de bovinos, de todos ellos, el manejo pre-sacrificio resulta especialmente importante pues puede afectar de forma sensible los parámetros que la determinan (Bianchi y Garibotto, 2005).

Diversos estudios indican que el manejo adecuado y tranquilo en instalaciones bien diseñadas minimizan los niveles de estrés, mejora la eficiencia y tiene efecto sobre la calidad de la carne (Amtmann et al., 2006). Sin embargo el manejo tosco o equipo pobremente diseñado va en perjuicio tanto del bienestar animal como de la calidad de la carne (Chacón et al., 2005). Por otra parte, numerosos estudios se han realizado con el fin de determinar el grado de estrés que pueden generar diferentes prácticas durante el sacrificio de los animales. El método más común para evaluar el estrés durante el manejo es la medición de cortisol sanguíneo, sin embargo, la glucosa, lactato y CK, también son de utilidad. Cuando el sacrificio se lleva a cabo de manera cuidadosa, los niveles de estos componentes sanguíneos pueden ser sustancialmente menores en comparación con las condiciones adversas de manejo. Gallo y Tadich (2008) al evaluar el bienestar animal y calidad de carne durante los manejos previos al sacrificio encontraron niveles de cortisol sérico de 3.72 mg/dl, glucosa 5.37 mmol/l, lactato 3.68 mmol/l y CK 606.5 U/l. Por otro lado Tadich y Gallo (2005) encontraron niveles muy similares, cortisol (3.52 mg/dl), glucosa (6.72 mmol/l), CK (6.5 U/L), los autores creen que los niveles encontrados en los componentes sanguíneos se adjudican principalmente en el manejo realizado al hacer avanzar a los animales al cajón de noqueo. En contraste, Tume y Shaw (1992) al evaluar el sacrificio de novillos y vaquillas en un pequeño rastro con fines de investigación, tuvieron niveles de cortisol promedio tan solo de 15 ngml⁻¹ mientras que el resto de los componentes sanguíneos no fueron significativos.

Gregory (2008) menciona que en términos de bienestar, el sacrificio del ganado después de su llegada al rastro es una buena práctica, porque conforme sea mayor el tiempo de permanencia en los corrales se incrementan las situaciones de estrés (ruido, miedo, sed, hambre, etc.). Tadich et al. (2005) hicieron una observación similar al consideran que la duración en los corrales es demasiado largo (29h), afectando negativamente el bienestar así como la calidad de la carne. De acuerdo a estos autores una vez que los animales llegan a la planta de sacrificio, deben permanecer por lo mínimo 12 h antes de ser sacrificados, con la finalidad de tener acceso a agua más no comida. 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 h en los corrales de la planta de sacrificio provocaron un ambiente de estrés en los animales. Para Werner y Gallo (2008) el tiempo de permanencia en corrales antes del sacrificio de los animales fue de 20 h lo cual está por debajo a lo reportado por Gallo et al (2004), los cuales mencionan un tiempo promedio de 20 h (con un rango de 6.5 a 85 h). Villarroel et al. (2003) consideran un tiempo promedio de 8.6 horas como normal al evaluar algunos puntos críticos que pueden comprometer el bienestar animal en España. De acuerdo a la NOM-009-ZOO-1994 los animales deberán permanecer en los corrales de descanso 24 horas como mínimo y 72 horas como máximo, el tiempo de reposo podrá reducirse a la mitad del mínimo señalado cuando el ganado provenga de lugares cuya distancia sea menor de 50 kilómetros.

Cockram y Corley (1991) al relacionar la infraestructura y bienestar de una planta de sacrificio determinaron que un corral de embudo pobremente diseñado y pisos resbalosos provocaron que un 38% de los animales resbalaran al salir de los corrales y un 28% justo antes de entrar en la manga. De acuerdo con Grandin (1998) estos porcentajes se encuentran muy alejados de lo máximo permitido (aceptable: menos del 3% de animales resbala). Grandin (2000) menciona que es imposible lograr un buen nivel de bienestar animal, así como un manejo calmo y tranquilo, cuando los animales resbalan o caen en el piso. Gallo et al. (2003a) al analizar algunas mejoras en la insensibilización y capacitación del personal reportaron la presencia de 25.4% de bovinos que resbalaban durante el arreo desde los corrales hasta el cajón de noqueo, y una vez llevada a cabo la capacitación dicho porcentaje se redujo a 6.37%. Si bien el manejo antemortem de las reses de abasto es inevitablemente estresante, lo aconsejable es reducirlo al mínimo. Diversos autores mencionan que una deficiencia dentro de la infraestructura de la planta de sacrificio, así como la presencia de distracciones durante el desarrollo de las actividades son la causa de que los animales presenten dificultad para avanzar (Gallo et al., 2003a; Grandin, 1997; Gallo y Tadich, 2008).

Otro indicador importante en cuanto al bienestar animal es la presencia de vocalización. Este indicador refleja dificultades durante el avance y/o dolor en los animales; se usan en las auditorías que realiza el Instituto Americano de Carnes en USA para verificar cómo está el manejo y bienestar animal en las plantas de sacrificio; sin embargo, es posible aplicarlos para evaluar el manejo en otras situaciones, tales como arreo, carga y descarga (Gallo y Tadich, 2008). En un estudio realizado por Gallo et al. (2003a) de un total de 1,125 animales observados, determinaron que un 46.9% de animales vocalizaron, los autores mencionan que la principal causa de vocalización en los animales fue reflejada por el uso excesivo de chicharra eléctrica durante el manejo. Algunos investigadores se han interesado más en el uso del comportamiento vocal en los animales de granja como una forma de evaluar su bienestar, bajo condiciones experimentales que involucran dolor o aislamiento social, la respuesta vocal es útil como un indicador de bienestar, si se utiliza adecuadamente (Watts y Stookey, 2000). Grandin (2001) al analizar la vocalización asociada con el manejo e infraestructura dentro de las plantas de sacrificio, determinó que en 20 de 48 estudiadas, en un 42% de ellas se presentó la vocalización debido a diversos factores como el uso indebido de chicharra eléctrica, infraestructura e iluminación inadecuada. De acuerdo a Grandin (1997) el porcentaje de animales que debe vocalizar (muge en el caso de los bovinos) el máximo aceptable es de un 3%.

Watts y Stookey (2000) mencionan que las vocalizaciones del ganado proporcionan información significativa acerca del bienestar animal. El comportamiento vocal del ganado es un indicador potencialmente útil de su funcionamiento fisiológico y psicológico. Puente-Zamarripa (2008) menciona que es común que se maltrate a los animales en los corrales de los rastros, dichos maltratos (golpes, gritos, uso excesivo de chicharra eléctrica, entre otros) son el resultado de los altos niveles de rendimiento en la vocalización. Bianchi y Garibotto (2005) al identificar diferentes agentes que pueden afectar la cadena productiva de carne en Uruguay encontraron entre un 12.5% y 37.5% en el uso de elementos de arreo (palos, chicharra eléctrica, látigo). El uso de chicharra eléctrica sigue siendo un instrumento causante de estrés. Giménez-Zapiola (2006) considera a la chicharra

eléctrica como un instrumento de tortura identificada universalmente. Gallo et al. (2003a) al evaluar algunos indicadores de bienestar animal en una planta sacrificio, determinaron un 92.9% en el uso de chicharra eléctrica durante el arreo de los animales desde los corrales hasta el cajón de noqueo. Grandin (1997) menciona que en plantas de sacrificio que cuentan con operarios bien capacitados, entre el 90 y el 95% de los animales son movilizados a través de todas las etapas de procesamiento sin necesidad de la chicharra eléctrica. Gallo y Tadich (2008) mencionan que para estar dentro de un parámetro aceptable debe presentarse hasta un 5% en su uso. El problema con el uso de la chicharra eléctrica es que cuando los animales se resisten o se niegan a avanzar los empleados de forma agresiva hacen uso indiscriminado de esta herramienta, todo a consecuencia de la falta de capacitación.

Aunado a todo lo anterior, se requiere usar métodos de insensibilización adecuados que permitan reducir el sufrimiento de los animales al sacrificarlos (Gregory, 2008). El objetivo de la insensibilización o noqueo, es que el animal pierda en forma inmediata la conciencia, para así evitar cualquier sufrimiento innecesario durante el desangrado (Werner y Gallo, 2008). Para lograr una insensibilización eficaz es importante que el animal esté lo suficientemente inmovilizado para asegurar el disparo en posición correcta (Grandin, 1997). Además la insensibilización es importante para lograr una inmovilización correcta del animal, y así facilitar el corte de los vasos sanguíneos para producir una adecuada sangría (Warriss, 1990). La Humane Slaughter Association (H.S.A., 1998), menciona que el intervalo entre disparo y sangría debe mantenerse al mínimo (máximo 60 segundos), para evitar la posibilidad de un retorno a la sensibilidad, dolor y sufrimiento innecesario.

Numerosos estudios se han realizado con el fin de determinar el grado de estrés que pueden generar diferentes prácticas durante el sacrificio. En Chile, Gallo y Cartes (2000) encontraron que en las tres principales plantas de sacrificio de la X Región en Chile, se usaba un cajón de noqueo sin sistema para inmovilizar la cabeza, provocando que sólo un 83.6% de los bovinos fuera insensibilizado al primer disparo. Si se toma como base la pauta señalada por Grandin (2000), quien indica que el mínimo aceptable de bovinos que debe caer al primer tiro es de 95%, se

deberían tomar acciones inmediatas para lograr mejoras. Por su parte Gallo y Castro (1995) al evaluar la efectividad en la insensibilización de bovinos y su relación con el pH final de la carne encontraron solo un 65% de animales insensibilizados efectivamente.

El mejoramiento de infraestructura y la capacitación del personal tienen un efecto positivo en el bienestar animal lo cual fue comprobado por Gallo et al. (2003a) al demostrar que previo a modificaciones de la misma, un 72.8% de los bovinos cayeron instantáneamente después del primer tiro y que un 27.2% requirió 2 o más disparos, después de la instalación del nuevo equipamiento, el porcentaje de bovinos que cayó al primer disparo mejoró a 89.6% y sólo 10.4% requirió de más de un disparo, con la capacitación del personal en cuanto a la ubicación ideal del disparo y el reconocimiento de sensibilidad en los bovinos se logró una mejora adicional, logrando que el 97.8% de los bovinos cayera al primer tiro.

Los resultados de algunos estudios (Ewbank et al., 1992; Grandin, 2000) señalan que la eficiencia de insensibilización se puede mejorar con creces mediante el uso de fijación de la cabeza, tomando en cuenta que debe diseñarse de tal manera que el animal entre en forma voluntaria, que no pueda voltearse dentro del cajón y que sea insensibilizado inmediatamente. En Las plantas de sacrificio de México no se exige esto, y de acuerdo a estos resultados sería importante incorporarlo para mejorar la eficacia de la insensibilización y con ello el bienestar animal, siempre y cuando cumplan con lo mencionado anteriormente.

El uso de un cajón de noqueo pobremente diseñado tendrá como se ha visto una baja eficiencia en el insensibilizado, esto debido al gran movimiento que sufren los animales dentro del cajón, provocando que no se cumpla el objetivo del noqueo, que es la aplicación de un solo disparo e insensibilizar al animal adecuadamente (Grajales, 2010). Una insensibilización efectiva depende de la fuerza del proyectil y de que el golpe se efectúe en la parte correcta del cráneo. En el bovino la posición ideal es en la mitad de la frente, en el punto de cruzamiento de dos líneas imaginarias trazadas del centro de la base de los cuernos al ojo opuesto. En cuanto a la ubicación de los orificios de disparo, la H.S.A (1998) señala que éstos debieran

estar preferentemente en un radio hasta 2 cm del blanco ideal, ya que a mayor distancia se entraría en un área crítica. Sin embargo, Grandin (2002) señala que el noqueo con una pistola con penetración de cráneo es efectivo incluso hasta 6 cm del blanco, ya que la efectividad del disparo va a depender más de la dirección y fuerza con que se realice el disparo que el lugar preciso de penetración. Gregory (1994) señala que cuando un tiro se desvía a más de 2 cm de la posición ideal, hay una asociación directa con un aturdimiento imperfecto. Así mismo la H.S.A (1998) ha demostrado que si la penetración del proyectil está fuera de 4-6 cm del blanco, la eficacia del disparo sólo llega a 60%. Por ello la posición del disparo es importante, y aunque no es vital que esté dentro del blanco, mientras más se aleja de éste, más posibilidades hay de que el animal manifieste signos de recuperación. Grandin (2002) y Gallo et al. (2003a) encontraron que el 61.30% de los orificios se encontraron a menos de 2 cm del blanco, porcentaje de los bovinos que así noqueados quedó correctamente insensibilizado de acuerdo a los signos de sensibilidad registrados.

Entre los propósitos del noqueo esta inducir un estado inmediato de insensibilidad, el cual persista el tiempo suficiente para asegurar que el animal no se recupere y así no experimente dolor o sufrimiento antes que muera por la pérdida de sangre (H.S.A., 1998; Grandin, 2000). Los valores de referencia mostrados por Gallo et al. (2003a) indican que un 66.9% de los bovinos presentó reflejo corneal, y una vez instalado del nuevo equipamiento, el porcentaje de bovinos con dicho reflejo descendió a un 0.8%, por otra parte, la capacitación del personal en cuanto al reconocimiento de sensibilidad en los bovinos logró una mejora adicional, logrando la presencia de 0.2% de reflejo corneal. La presencia de signos indicadores de sensibilidad para Gallo y Tadich (2005) se reflejó en un 82.5% de respiración rítmica, 19.8% intentos de incorporarse, 30.7% movimientos oculares y 20.4% reflejo corneal; 45% de vocalizaciones y 31% mostró intentos de levantar la cabeza al ser colgados en el riel del desangrado. En todo caso el intento de incorporarse o el levantar la cabeza en el riel de desangrado, son señal clara de un proceso de insensibilización ineficaz y estarían entre los signos más confiables de retorno a la sensibilidad (Grandin, 2002).

Si se consideran las indicaciones de Gregory (2008), en el sentido de que un animal bien noqueado con pistola de proyectil retenido debe caer inmediatamente, cesar la respiración rítmica y los ojos tener una expresión fija, vidriosa y sin reflejo corneal, los resultados encontrados muestran que hay un serio problema de eficacia en la insensibilización de bovinos. Por otra parte, si se toma como base la pauta señalada por Grandin (1997), quien indica que el mínimo aceptable de bovinos que debe caer al primer tiro es de 95%, se deberían tomar acciones inmediatas para lograr mejoras.

Otro aspecto importante desde un punto de vista de bienestar animal durante el sacrificio de los animales, es el tiempo que transcurre entre noqueo y desangrado, el que debe mantenerse al mínimo. Warriss (2004) señala que debería ser menor de 30 segundos. La Humane Slaughter Association (1998) menciona que el intervalo entre disparo y desangrado debe mantenerse al mínimo (máximo 60 segundos), para evitar la posibilidad de un retorno a la sensibilidad, dolor y sufrimiento innecesario; además, así se evitan posibles defectos en las canales. Gallo y Cartes (2000) mencionan que para reducir las posibilidades de que un animal insensibilizado recupere la conciencia, se recomienda el pronto sangrado. Antes de la capacitación del personal, en un estudio realizado por Gallo et al. (2003a) demostraron que sólo un 28.2% de los bovinos era sangrado antes de 2 minutos, y después de la capacitación el 99.8% fue sangrado antes de 2 minutos.

Los procedimientos de sacrificio que se aplican en los diferentes rastros en la localidad afectan en diferente grado el bienestar animal y por ende repercuten en las características de la canal, ya que en las plantas, el manejo previo y durante el sacrificio se realiza en condiciones donde no se garantiza los requerimientos mínimos de bienestar, a pesar de que existen Normas Oficiales Mexicanas (NOM-033-ZOO-1995 para el sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres). Esta aparente falta de aplicación de las normas trae como consecuencia entre otras, un mal manejo que implica la pérdida por decomiso derivado de traumatismo, y pérdidas por la disminución de vida de anaquel de las carnes (Grajales, 2010).

Impactos negativos por la ausencia de bienestar animal

Lesiones y contusiones

Otro ejemplo claro que relaciona el bienestar animal previo al sacrificio y la calidad, es la relación entre la presencia de hemorragias o lesiones severas en la canal de los animales y los indicadores de bienestar. Estas lesiones como mínimo devalúan la calidad de la canal, y pueden llegar a ser una razón para decomisos parciales o totales. Strappini et al. (2009) mencionan que los estudios realizados acerca de lesiones y contusiones en las canales proporcionar información útil acerca de la traumática situaciones que los animales sufren durante el período previo al sacrificio. La acción típica de estos agentes, se representa por la colisión de un cuerpo en movimiento, con los tejidos del organismo que la resisten, producto de la colisión surge el traumatismo, que también puede producirse por la colisión recíproca del organismo en movimiento contra un obstáculo fijo y resistente (Hamdy et al., 1957). La presencia de hematomas y otras lesiones en las canales de los bovinos, tales como marcas de elementos de arreo inapropiados o elementos apropiados pero usados en forma incorrecta, son el reflejo de un mal manejo, por lo anterior, cuando se determina la prevalencia de estas lesiones en una planta de sacrificio, no sólo se está evaluando la calidad del producto final, sino también todo el proceso de manejo ante-mortem. (Gallo, 2009, Strappini et al., 2009).

Strappini et al. (2010) al evaluar los factores de riesgo que favorecen la presencia de lesiones en canales de animales sacrificados en Chile, determinan una presencia de hematomas importante (12,3%), sus resultados indican que aquellos animales que tuvieron mayor tiempo de permanencia en los corrales de espera (más de 12 h) presentaron una reducción significativa del riesgo para las lesiones, en contraste, Gallo et al. (2000) y Becerril et al. (2009) encontraron que a mayor sea el tiempo de manejo pre-sacrificio (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). Por su parte Gallo et al. (1999) al evaluar la prevalencia de hematomas en 22 rastros en la ciudad de Chile, registró 7.7% de contusiones en el total de las canales observadas, de las cuales 4.8% correspondió a

contusiones de primer grado, 2.1% de segundo grado y 0.8% de tercer grado. Las contusiones están definidas en grados, de acuerdo a su profundidad, aquellas de grado 1 afectan sólo el tejido subcutáneo, las de grado 2 afectan también el tejido muscular y las de grado 3, los tejidos subcutáneo, muscular y óseo (Moreno, 2002).

Strappini et al. (2009) señalan que existen múltiples factores que deben ser considerados al tratar de determinar las causas de lesiones y contusiones (i.e. características de los animales, condiciones de transporte, manejos aplicados a los animales). Por ejemplo investigaciones australianas demostraron que el ganado con cuernos presenta el doble de lesiones o contusiones (Shaw, 1976). Además Grandin 1997 menciona que en la auditoría realizada sobre calidad de carne, el 31% de los bovinos engordados en corral tenían cuernos, estos causan una gran cantidad de magulladuras en los lomos y región de las costillas. Otro estudio realizado por Grandin (1981) demostró que en reses estabuladas existía entre un 25 a 50% de animales con cuernos, de los cuales un 10.5% presentaban lesiones. Además, las peleas entre animales, principalmente entre toros, junto con los saltos para montarse entre ellos, incrementan las posibilidades de lesiones. Mezclar lotes de animales (sin mantener los lotes originales procedentes de la engorda produce un aumento de peleas para establecer de nuevo el orden jerárquico. El establecimiento de este orden jerárquico conlleva que se produzca un aumento de montas, produciendo un aumento de las magulladuras y hematomas en la canal con el consiguiente detrimento en el bienestar de los animales y en la calidad de la canal y carne (Warriss 1990).

Strappini et al. (2010) mencionan que la presencia de lesiones también está condicionada debido al manejo al que sean sometido los animales, de acuerdo a esto, McNally y Warriss (1996) encontraron que la prevalencia de hematomas fue significativamente mayor en los animales comprados en mercados donde se subastaban (7,8%) adquiridos por medio de distribuidores (6,3%) o directamente en las engordas (4,8%), lo que sugiere que cuando los animales se manejan más, son expuestos a situaciones potencialmente más traumática, coincidiendo con Weeks et

al. (2002) al mencionar que aquellos animales que han pasado a través de este proceso presentan mayor daño (71, 65,5 y 53%, respectivamente).

La presencia de hematomas en el ganado no es sólo una indicación del pobre bienestar, sino que también provoca importantes pérdidas económicas (Grandin, 2000), ya que dicha carne no es apta para el consumo humano y debe ser recortada. Un canal que presenta estas características puede ser clasificadas en menor grado o castigada en precio, debido a que es menos aceptable para los consumidores. Por otra parte, una canal de esta naturaleza se descompone rápidamente, ya que la carne con sangre es un ideal medio para el crecimiento bacteriano, con una menor vida útil (Grajales, 2010). Lamentablemente, la falta de documentación y difusión de la información relevante sobre los impactos causados por el mal manejo del ganado, ha creado un ambiente de indiferencia y conformismo en los diferentes sectores involucrados con el manejo de bovinos. Esta acción, ha dado como resultado la aceptación de las prácticas que causan lesiones a la canal (Díaz, 2008).

Calidad de la carne

Se definen como carnes con “corte oscuro” aquellas que son producto de un pH último (pHu) elevado, aparecen a la vista con un color rojo oscuro a café-negro y que presentan una consistencia seca, dura y algo pegajosa (Hargreaves et al., 2004), y una mayor susceptibilidad al ataque de microorganismos (Lawrie, 1998). Para describir este desorden es más usada la terminología “Dark-Firm-Dry” (DFD). Para el consumidor final, la calidad de la carne es apreciada principalmente por su apariencia visual, su textura y su sabor, siendo el color uno de los principales factores que determina la decisión de compra (Eikelenboom et al., 2000).

La exposición de los animales a condiciones adversas durante el periodo pre-sacrificio condicionan un estado de estrés que provoca consumo excesivo de glucógeno muscular, minimizando la formación de ácido láctico en el músculo post-mortem; con ello se impide la caída natural del pH en este período (en lugar de alcanzar un pH de 5.4 – 5.7, permanece sobre 5.8 y la carne presenta una coloración oscura y un pH alto (Gallo et al., 2003b; Gallo y Tadich, 2008).

Warris (1990) y Becerril et al. (2009) mencionan que el corte oscuro es un problema multifactorial, no sólo hay involucrados factores ambientales sino también propios de los animales, que los hacen más o menos sensibles al estrés. El pH normal de la carne de vacuno, medido a las 24 horas post-mortem, debería ser de 5.3 a 5.7 (Forrest et al., 1979). La calidad de la carne se deteriora cuando el pH final es igual o mayor a 5.8 y éste es el valor que en la práctica la mayoría de las plantas de sacrificio están considerando como problema (inaceptable). Mientras más alto es el pH, más oscura es la coloración muscular; valores sobre 6.0 son siempre asociados a una carne oscura, firme y seca (Warris, 1990).

Entre los factores predisponentes de corte oscuro en bovinos, se destaca una relación positiva con el tiempo de ayuno, siendo más evidente si el transporte previo también ha sido largo (Gallo et al., 2003b). Se ha evidenciado que novillos transportados por 16 y 24 horas, tienden a presentar de 3.6 a 5.4 veces más probabilidades de presentar canales con pH > 5.8, respectivamente, frente a aquellos con 3 horas de transporte (Jones y Tong, 1989). En tanto, aquellos animales con 24 horas de espera previo al sacrificio con ayuno, independientemente del tiempo de transporte previo, presentan un 9.4 veces más probabilidad de presentar canales con pH > 5.8, frente a aquellos con 3 horas de ayuno (Amtmann et al., 2006). Por su parte, Díaz (2008) encontró que los valores de pH de canal eran más bajos y había menos casos de corte oscuro, cuando el sacrificio se realizaba dentro de las primeras 2 horas de llegados los novillos a la planta, frente a un reposo de 12 horas. En la práctica, lamentablemente aún se observa que las esperas en matadero superan las 12 horas (Becerril et al., 2008).

Pérez et al. (2008) encontraron una frecuencia de carne DFD del 15.43%, al evaluar algunos factores que predisponen la frecuencia de carne con estas características, mencionando que mayores tiempos de arreo (mayor a los 40 min. $p < 0.01$) y de transporte (mayor a los 35 min. $p < 0.01$), alta humedad relativa en los corrales de espera (mayor al 30% $p < 0.01$), así como mayor tiempo de espera del animal para entrar al insensibilizado (> 1.5 minutos) resultaron estar asociados a la

ocurrencia de carne DFD. Para Sotelo et al., (2008) la presencia de carne DFD fue del 30.27%, las cuales fueron atribuidas a temperaturas por encima de 16°C durante el transporte, uso de elementos de arreo no apropiados y mayor tiempo de espera de los animales para su sacrificio.

Factores como el ejercicio, las montas y peleas, así como el celo en las hembras, causan disminución del glucógeno muscular (Warriss et al., 1990). Todas estas actividades se estimulan con un reagrupamiento social, por lo cual es importante evitar mezclar grupos de animales de diferente origen inmediatamente antes y durante el transporte, así como en los corrales de la planta de sacrificio durante el reposo. También es importante cuidar la alimentación previa al envío a sacrificio de los animales, ya que se ha reportado que una alimentación más energética (concentrados) puede ofrecer alguna protección contra la rápida depleción de glucógeno muscular (McVeigh y Tarrant, 1982). Los estudios sobre corte oscuro han mostrado incidencias ampliamente diferentes en distintos países y entre diferentes clases de ganado (Warris, 1990).

Dichos estudios pueden servir de base a los productores, transportista y dueños de plantas de sacrificio con información que ayude a las mejoras del sistema de producción, reconociendo que mejorar el bienestar de los animales actuando en forma preventiva en relación con el cuidado de la salud, la prevención de enfermedades y procurando cierto estado de confort, son elementos fundamentales que redundan en beneficios para su sistema productivo. Lo anterior permitirá, comercializar ganado y su carne, dentro y fuera del país, con lo que se abren las expectativas de acceso a otros mercados.

Impacto económico

Una consecuencia del manejo inadecuado de los animales antes del sacrificio es la disminución de la calidad de la canal, un caso específico es la presentación de carne DFD. Este problema cualitativo tiene un impacto económico ya que su presencia provoca una disminución del valor de la carne, pérdidas que llegan a ser muy importantes como lo reporta O'Neill et al. (2003). Almonacid (2003) indica que

este manejo inadecuado produce un rápido deterioro y estas canales son castigadas en el precio, a pesar de que el fenómeno sólo se registre en algunos músculos o cortes de carne.

Al comprar carne, el consumidor desea que tenga buen aspecto, olor y sabor, que se conserve bien, y que ésta resulte tierna y jugosa luego de cocinada. De estas características, el sabor y la suavidad o terneza son los más buscados por el comprador. Sin embargo, en un estudio realizado por Schnettler et al. (2006) se determinó que al momento de realizar la compra de carne de vacuno, la característica que más incide en el consumidor es el color, mientras que al momento de consumirla lo que más busca es la terneza y jugosidad.

En 1995 el National Beef Quality Audit (NBQA) reportó que las canales con corte oscuro ocasionaron pérdidas de 6.08 dólares por animal sacrificado en los Estados Unidos (Scanga et al., 1998). En Canadá, la anomalía de corte oscuro en la carne bovina es un problema económico con costos para la industria de 5 millones de dólares anualmente (Jones y Tong, 1989). O'Neill et al. (2003) reportan que la presencia de carne PSE y DFD tuvo un costo anual de 20 millones de dólares. El fenómeno de corte oscuro es preocupante para las empacadoras de carne, debido a que las canales afectadas deben ser depreciadas, perdiéndose en promedio 25–30% del valor de una canal normal, el problema se agrava si se considera además que los músculos preferentemente afectados son en general los que corresponden a los cortes de valor (Scanga et al., 1998).

Grandin (2000) determinó que la presencia de lesiones y contusiones provocaban pérdidas entre 47 y 40 dólares, respectivamente, por cada animal sacrificado. Estos valores representaban entre el 4 y 6% del valor del animal en pie, mientras que en el 2006 las pérdidas anuales por machucones se estimaron en 35 millones de dólares. En Australia cuesta a la industria de la carne 36 millones de dólares australianos al año, en Uruguay una auditoria de calidad de la carne vacuna en 2002, indica que las pérdidas por mal manejo (machucones y cortes oscuros o pH alto > a 5.8) sumaban casi 16 dólares por cabeza, que representaban en ese

entonces cerca del 7 % del valor del animal terminado; en valores actuales es cerca de 25 dólares por cabeza (Tarrant y Grandin, 2000). En Argentina, en el sector de la producción cárnica se producen pérdidas por problemas de sanidad, mal manejo del ganado, traslado, entre otras, un total de 7,850 millones de pesos (Funes et al., 2005). Para Rebagliatti et al (2008) al analizar los factores de pre-sacrificio y post-sacrificio que causan perjuicios económicos y que afectan la calidad de la carne en Argentina, encontraron una pérdida económica total proyectada por res de 0.89 dólares, mientras que la proyección de pérdidas anuales, alcanzaban los 12,590,000 dólares.

Cuantificando la magnitud del problema, el diferencial de precio de carne destinada a exportación con la de consumo nacional, es de \$50 pesos como mínimo. Vale decir, un productor que entrega una carga de 40 animales (tamaño de un transporte típico) con fines de exportación y los cuales son redirigidos al mercado nacional por problemas de pHu, las pérdidas económicas para él son de más de \$500.000 pesos (considerando canales de 250 kg y \$1,100 pesos por kg). En rigor, el productor pierde (o deja de ganar) el equivalente a dos animales, aproximadamente (Hargreaves et al., 2004).

Grajales (2010) indica que un manejo más inteligente del ganado en toda la cadena de valor de la carne proporciona una mayor calidad del producto "carne" y con ello una mejor rentabilidad para todos los eslabones de la cadena, con esto se podría lograr disminuir las grandes pérdidas económicas que ocurren durante todo el proceso de la cadena cárnica, específicamente por aspectos de manejo de bienestar animal, que se reflejan con los golpes y machucones. Lograr calidad no es un objetivo inalcanzable (Rebagliatti et al., 2008).

CONCLUSIONES

Muchos productores han reconocido que mejorar el bienestar de los animales actuando en forma preventiva en relación con el cuidado de la salud, la prevención de enfermedades y procurando cierto estado de confort, son elementos fundamentales que redundan en beneficios para su sistema productivo.

Para aplicar los principios y técnicas del bienestar animal en los sistemas de producción ganadera e integrarlos en la cadena de producción de alimentos se requiere la información y capacitación de todos los que están involucrados en el manejo de los animales. El conocimiento de los patrones normales de comportamiento característicos de una especie, es una parte esencial del cuidado y manejo exitoso.

Mejorar la relación humano-animal incluye no sólo aspectos relacionados con el manejo y la capacitación de los operarios, sino que deben considerarse especialmente las limitaciones que pueden ofrecer el sistema de alojamiento, el diseño y el mantenimiento de las instalaciones o la selección genética adecuada al ambiente de producción.

La forma en que un animal es manejado en las etapas tempranas de su vida tiene un efecto perdurable, por lo que es aconsejable utilizar prácticas de manejo que consideren los patrones normales de comportamiento, propios de la raza, eliminar el manejo rudo a los animales con personal capacitado y el uso excesivo de elementos como látigos, palos y chicharras eléctricas.

Las consecuencias de la falta de bienestar animal y sus efectos en la salud del animal, la calidad de la carne obtenida y el retorno económico del sistema productivo, indican la conveniencia de revisar y corregir las prácticas de manejo y operaciones que se realizan desde los establecimientos ganaderos hasta el sacrificio de los animales.

En este marco, en el cual no debemos dejar de considerar ningún tema relacionado, los aspectos del bienestar de los animales aparecen como una disciplina de atención especial. Nuestros actos en relación al trato de los animales, de por sí deberían ser causa suficiente para su consideración, no sólo por cuestiones de la ética y moral, sino porque además tienen un impacto claro sobre la economía productiva, incidiendo tanto en la evaluación de pérdidas como en el mejoramiento de los productos resultantes y también por exigencias de los consumidores internos y externos.

La industria de la carne y las autoridades encargadas de hacer cumplir la ley deben informar a los administradores, operadores y demás personal involucrado en la cadena cárnica que pueden mejorar el bienestar animal y calidad de la carne mediante la inversión en la capacitación y concientización de su personal, así como en algunas mejoras en el diseño de sus instalaciones. Si lo hacen, podría reducir las pérdidas causadas por contusiones y otras lesiones, manteniendo así el bienestar de los animales. Esto se refleja en el costo económico por problemas de calidad de la carne (recortes, carne DFD, entre otros), lo cual debe ser visto como una herramienta útil para involucrar a los ganaderos, transportistas y a las plantas de sacrificio en la procuración de mejores condiciones físicas y psicológicas para sus animales.

LITERATURA CITADA

- Almonacid, M. 2003. Estudio de pH y color muscular en cortes comerciales de canales bovinas normales y con la anomalía "corte oscuro". Tesis Licenciatura. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Allison-Thomas, J. y Badino, O. 2007. El bienestar animal también es un negocio. Revista Agromercado Temático. Buenos Aires. 136:24-27.
- Andrade O., A. Orihuelab, J. Solanoa, C. S. Galina. 2001. Some effects of repeated handling and the use of a mask on stress responses in zebu cattle during restraint. Applied Animal Behaviour Science 71: 175-181.
- Amtmann, V. A., C Gallo, G. van Schaik, N. Tadich. 2006. Relationships between ante-mortem handling, blood based stress indicators and carcass pH in steers. Arch. Med. Vet. 3 (38): pp. 259-264.
- Becerril, M., D. Mota, I. Guerrero, A. Schunemann, C. Lemus, M. González, R. Ramírez, M. Alonso. 2009. Aspectos relevantes del bienestar del cerdo en tránsito. Vet. Mex. 40 (3): 315-329.
- Bianchi, G. O., Garibotto, G. C. 2005. Bienestar animal en ovinos a nivel de productor, transportista y frigorífico y repercusiones en la calidad de la canal REDVET. 9 (VI): 1-34.
- Burrow, H. 2003. Selecting quiet cattle boosts beef profits. Livestock Meat Quality 137: 69-70.
- Broom, D. M. 1991. Animal Welfare: Concepts and Measurement. J. Anim. Sci. 10 (69): 4167-4175.
- Carr T, D Allen, P Phar. 1971. Effect of preslaughter fasting on bovine carcass yield and quality. J. Anim. Sci. (32): 870-873.
- Cockrum, M. S. y Corley, K. T. T. 1991. Effect of pre-slaughter handling on the behavior and blood composition of beef cattle British Veterinary Journal (147): 444-454.
- Comisión Nacional de Buenas Prácticas Agrícolas. 2003. Guía técnica de buenas prácticas En Bienestar Animal para el Manejo de Bovinos en Predios, Ferias, Medios de Transporte y Plantas Faneadoras. Valdivia Chile.

- Coppo, J. A., N. B. Mussart, M. A. Revidatti y A. Capellari. 2003. Absence of biochemically demonstrable stress in early weaned half-bred zebu. *Cien. Inv. Agr.* 30(2):97-105.
- Costa, A. y Dasso, L. 2007. Productive Systems in Bovine Management. The Characterization in Two Styles and Blood Cortisol Levels. *REDVET*, 12B (VIII).
- Chacón, G., S. García-Belenguer, M. Villarroel, G. A. María. 2005. Effect of transport stress on physiological responses of male bovines. *Dtsch. Tierarztl. Wschr.* (112): 465-469.
- Chile, Ministerio de Agricultura. 1993. Reglamento General de Transporte de Ganado y Carne Bovina. Decreto No. 240. Publicado en Diario Oficial 26 de octubre de 1993.
- Dantzer, R. 2002. Can farm animal welfare be understood without into account the issues of emotion and cognition. *J. Anim. Sci.* 80(E. Suppl. 1):E1-E9.
- Decara, L., G. Sandoval, C. Funes. 2007. Calidad de la carne bovina y bienestar animal en el sur de la provincia de Córdoba. *REDVET*. 12B (VIII): 1695-7504
- De la sota, M. D. 2004. Manual de procedimientos en bienestar animal. SENASA: Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. Sitio Argentino de Producción Animal. Buenos Aires. Pág. 1-39.
- Díaz, M. 2008. Efecto de dos tiempos de transporte y tres condiciones de reposo antemortem sobre algunas características de la canal en bovinos". Memoria de Título. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. pp 49.
- Eikelenboom, G., A. H. Hoving-Bolink, I. Kluitman, J. H. Houben and R. E. Klont, 2000. Effect of dietary vitamin E supplementation on beef colour stability. *Meat Science.* (54):17-22.
- EUREPGAP. Asociación global para una agricultura segura y sostenible. 2004. Reglamento general. Aseguramiento integrado de fincas. pp. 1-35.
- Ewbank, R., M.J. Parker, C.W. Mason. 1992. Reaction of cattle to head restraint at stunning: A practical dilemma. *Anim. Welf.* (1): 55-63.
- Forrest, J.C., Aberle, E.D., Hedrick, H.B., Judge, M.D., Merkel, R.A. 1979. Fundamentos de Ciencia de la Carne. Editorial Acribia, Zaragoza. España. pp 501.

- Funes, C., G. Sandoval, L. Decara. 2005. Quality of the Bovine Meat and Well-Being Animal in the South of the Providence of Cordoba. Monografías para estudiantes Universitarios de Ciencias Agropecuarias, en el marco del 28° Congreso Argentino de Producción Animal. Río Cuarto, Cordoba.
- Galyean, M. L., R. W. Lee and M. E. Hubbert. 1981. Influence of Fasting and Transit on Ruminal and Blood Metabolites in Beef Steers. J. Anim. Sci. 1 (53): 7-18.
- Gallo, C. 2009. Transporte y reposo *pre-sacrificio* en bovinos y su relación con la calidad de la carne. En: Bienestar Animal y Calidad de la Carne. (Eds.) Mota-Rojas, D. y Guerrero-Legarreta, I. Editorial BM Editores. México. pp:15-36
- Gallo, C. y B. N. Tadich, 2008. Bienestar animal y calidad de carne durante los manejos previos al faenamiento en bovinos. REDVET. 10B (IX): 1695-1715.
- Gallo, C. y, B. N. Tadich. 2005. Transporte terrestre de bovinos: Efecto sobre el bienestar animal y la calidad de la carne. Agro-Ciencia 21 (2):37-49.
- Gallo, C., P. Warriss, T. Knowles, R. Negrón, A. Valdés, I. Mencarini. 2005. Densidades de carga utilizadas para el transporte de bovinos destinados a matadero en Chile. Arch. Med. Vet. 2 (37): 155-159.
- Gallo, C., Cárvanes, M., Villanueva, I., 2004. Antecedentes preliminares sobre bienestar en los equinos beneficiados en mataderos chilenos. Resúmenes Seminario: Producción animal de calidad contemplando bienestar animal. Valdivia, Chile, pp. 70-77.
- Gallo, C., G. Lizondo, T. G. Knowles. 2003a. Effects of journey and lairage time on steers transported to slaughter in Chile. Veterinary Record. (152): 361-364.
- Gallo, C., C. Teuber, M. Cartes, H. Uribe, T. Grandin. 2003b. Mejoras en la insensibilización de bovinos con pistola neumática de proyectil retenido tras cambios de equipamiento y capacitación del personal. Arch. Med. Vet. 2(35).
- Gallo, C., Cartes, M. 2000. Insensibilización en bovinos: Evaluación de la eficiencia en el uso de pistola de proyectil retenido en 3 plantas de la X región. XII congreso de Medicina Veterinaria. Universidad de Chile, Santiago.
- Gallo, C., S. Pérez, C. Sanhueza y J. Gasic. 2000. Efectos del tiempo de transporte de novillos previo al faenamiento sobre el comportamiento, las pérdidas de peso y algunas características de la canal. Archivos de Medicina Veterinaria, (32): 157-170.
- Gallo, C., M. Caro, C. Villarroel, y P. Araya. 1999. Características de los bovinos faenados en la Xª Región (Chile) según las pautas indicadas en las normas oficiales de clasificación y tipificación. Arch. Med. Vet. 1 (31): 81-88.

- Gallo, C., E. I. Castro. 1995. Contusiones en canales bovinas y su relación con el pH final de la carne. IX Congreso Nacional de Medicina Veterinaria, Chillán, Chile. En: Agro-Ciencia. (127): 1-66.
- Garcia, L. G., K. L. Nicholson, T. W. Hoffman, T. E. Lawrence, D. S. Hale, D. B. Griffin, J. W. Savell, D. L. VanOverbeke, J. B. Morgan, K. E. Belk, T. G. Field, J. A. Scanga, J. D. Tatum, G. C. Smith. 2008. National Beef Quality Audit-2005: Survey of targeted cattle and carcass characteristics related to quality, quantity, and value of fed steers and heifers. *J Anim. Sci.* 12 (86): 3533-3543.
- Giménez-Zapiola, M. 2006. Guía de buenas prácticas ganaderas. *Angus*, 234:18-24
- Giménez-Zapiola, M. 2001. Los costos del maltrato. *Revista Mecano Ganadero*: Publicado en: Informe Ganadero (Buenos Aires, Argentina), Año XX, No 500
- Grajales, R. S. 2010. Evaluación del proceso de sacrificio de bovinos mediante indicadores de bienestar animal en un rastro TIF de la zona centro del estado de Veracruz. Tesis de Licenciatura. Universidad Veracruzana.
- Grandin, T. 2010. Improving animal welfare. A practical approach. 1st. Edition Editorial CABI Publishing. Preston UK. pp. 64-87.
- Grandin, T. 2007. *Livestock Handling and Transport*. 3rd Edition. CABI Publishing. Oxon, U. K.. pp 134-154.
- Grandin, T. 2002. Return-to-sensibility problems after penetrating captive bolt stunning of cattle in commercial beef slaughter plants. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. (221): 1258-1261.
- Grandin, T. 2001. Cattle vocalizations are associated with handling and equipment problems at beef slaughter plants. *Animal Behaviour Science*. 3 (71): 191-201
- Grandin, T. 2000. Efecto de las auditorías de bienestar animal en plantas de faena por parte de una gran empresa de comidas rápidas. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 6 (216): 848-851.
- Grandin T. 1998. Review: reducing handling stress improves both productivity and welfare. *Professional Animal Scientist*. 1 (14): 1-10.
- Grandin T. 1997. Assessment of Stress During Handling and Transport. *J. Anim. Sci.* (75): 249-257.
- Grandin, T. 1993. Behavioural principles of cattle handling under extensive conditions. In: Grandin, T. (ed.) *Livestock Handling and Transport*. CAB International, Wallingford, UK, pp. 43-57.

- Grandin, T. 1981. Bruises on southwestern feedlot cattle. *Journal of Animal Science* (Supl.1) (53):213-217.
- Gregory, N. A. 2008. Animal welfare at markets and during transport and slaughter. *Meat Science* (80): 2–11
- Gregory, N. 1994. Preslaughter handling, stunning and slaughter. *Meat Science* 36: 45-56.
- Grigor, P. N., M. S. Cockram, W. B. Steele, J. C. Lesueur, R. E. Forsyth, J. A. Guthrie, A. K. Johnson, V. Sandilands, H. W. Reid, C. Sinclair, H. K. Brown 2001. Effects of space allowance during transport and duration of mid-journey lairage period on the physiological, behavioural and immunological responses of young calves during and after transport. *Animal Science*. (73): 341-360.
- Grunert, K. G., L. Bredahl, K. Brunsø. 2004. Consumer perception of meat quality and implications for product development in the meat sector. *Meat Science* 66, 259–272.
- Halverson, M. 1991. *Farm Animal Welfare: Crisis or opportunity for agriculture*. 5th Ed. Dept. of Agricultural and Applied Economics, University of Minnesota. pp. 1-73.
- Hamdy M. K., L E, Kunkle, M. S. Rheins and F. E. Deatherage 1957. Bruised tissue III. Some factors affecting experimental bruises. *Journal of Animal Science* 2 (16):496–501.
- Hargreaves, A., L. Barrales, R. Larrain, y L. Zamorano. 2004. Factores que influyen en el pH último e incidencia de corte oscuro en canales de bovino. *Cien. Inv. Agr.* 31 (3): 11-16.
- Humane Slaughter Association (H.S.A.). 1998. *Captive Bolt Stunning of Livestock*. 2nd edition, pp. 2-16.
- Jones, S. D. M. and A. K. W. Tong. 1989. Factors influencing the commercial incidence of Dark Cutting Beef. *Can. J. Anim. Sci.* 69: 649-654.
- Kaneko, J., J. Harvey, M. Bruss. 1997 *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 5th ed. Academic Press. San Diego. USA.
- Kannan, G., T. H. Terrill, B. Kouakou, O. S. Gazal, Gelaye, E. A. Amoah, S. Samaké. 2000. Transportation of goats: effects on physiological stress responses and live weight loss. *J. Anim. Sci.* 6 (78): 1450–1457.
- King, D. A. 2005 Evaluation of the relationship between animal temperament and stress responsiveness to *m. longissimus lumborum* tenderness in feedlot cattle. Tesis de Doctorado. Kansas State University.

- Knowles, T. G. 1999. A review of the road transport of cattle. *Vet. Rec.* (144): 197-201.
- Lawrie, R. A., 1998, *Ciencia de la Carne*. Editorial Acribia, Zaragoza, España.
- Lanier, J. L., T. Grandin, R. D. Green, D. Avery and K. McGee. 2000. The relationship between reaction to sudden, intermittent movements and sounds and temperament. *J. Anim. Sci.* 6 (78): 1467-1474
- Lankister W. L., R. D. Green, T. G. Field, J. O. Green, G. G. Hilton, N. L. Dalsted, and R. E. Taylor. 1999. Identification and Management of Critical Control Points in the Cow- Calf Enterprise for Achieving and Maintaining Consistency and Low Cost of Production: Summary of Feedlot and Carcass Performance and Overall Economic Results. *Professional Animal Scientist*. 2 (15): 2 84-93.
- Lensink, B. J., X. Fernandez, X. Boivin, P. Pradel, P. Le Neindre and I. Veissier. 2000. The impact of gentle contacts on ease of handling, welfare, and growth of calves and on quality of veal meat. *J. Anim. Sci.* 78:1219-1226
- Lizondo G. 2000. Efectos de diferentes tiempos de transporte y ayuno sobre las pérdidas de peso y características de la canal en novillos. II Primavera-Verano. Tesis M. V., Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile.
- María, G. A., M. Villarroel, G. Chacón, y G. Gebresenbet. 2004. Scoring system for evaluating the stress to cattle of commercial loading and unloading. *Veterinary Record*. (15): 818-821.
- María, G .A., M. Villarroel, C. Sañudo, J. L Olleta y G. Gebresenbet. 2003. Effect of transport time and ageing on aspects of beef quality. *Meat Science*, 65, (4):1335-1340
- María L. G. 1999. Transporte de ganado bovino, bienestar animal y calidad de la carne. *Agro y Veterinaria*. Available: http://www.vet-uy.com/articulos/artic_ba/013/ba013.htm
- McNally, P. W. and P. D. Warriss. 1996. Recent bruising in cattle at abattoirs. *Veterinary Record* (138): 126–128.
- McVeigh, J. M., P. V. Tarrant. 1982. Glycogen Content and Repletion Rates in Beef Muscle, Effect of Feeding and Fasting. *The Journal of Nutrition*, 112: 1306 – 1314
- Moreno, A. 2002. Determinación del impacto económico de las lesiones en la canal bovina: Factores Pre Cosecha, Corporación Ganadera. CORFOGA. 2a ed. San José Costa Rica
- NOM-009-ZOO-1994. Norma Oficial Mexicana. Proceso sanitario de la carne

- NOM-033-ZOO. 1995. Norma Oficial Mexicana. Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres.
- NOM-051-ZOO. 1995. Norma Oficial Mexicana. Trato humanitario en la movilización de animales.
- O'Neill, D. J., Lynch, P. B., Troy, D. J., Buckley, D. J. y Kerry J. P. 2003. Influence of time of year on the incidence of PSE and DFD in Irish pigmeat. *Meat Science* 64:105-111
- Oyarce, J., N. Tadich, C. Gallo. 2002. Determinación de algunos constituyentes sanguíneos indicadores de estrés, en novillos en reposo. Reunión Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal. 2-4 octubre. Chillán, Chile.
- Perez C, F Figueroa, A Barreras. 2008. Factores de manejo asociados a carne DFD en Bovinos de clima desértico. *Archivos de Zootecnia*. (57): 545-547.
- Pérez, S. L. 1999. Evaluación del efecto de 3, 6, 12 y 24 horas de transporte sobre el peso vivo, de la canal, frecuencia de contusiones y comportamiento de novillos. Tesis M. V., Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile.
- Puente-Zamarripa, J. A. 2008: Practicas del buen manejo en rastros TIF. Universidad Autónoma Agraria. Antonio Narro. Tesis de Licenciatura. Torreón Coahuila.
- Rebagliatti, J. E., M. Ballerio, R. Acerbi, M. Díaz, M. Álvarez, F. Bigatti, J. A. Cruz, L. Scitelli, P. Ergonzelli, C. González, D. Civit, M. D. Ghezzi. 2008. Evaluation of cattle management practices that cause economical losses in beef processing plants In Argentina. *REDVET*. Vol. IX, N° 10B pp. 1695-7504
- Rojas, H., L. Stuardo y D. Benavides. 2005. Políticas y prácticas de bienestar animal en los países de América: estudio preliminar. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 24 (2), 549-565.
- Rushen, J. A. M. B. De Passille, and L. Munksgaard. 1999. Fear of People by Cows and Effects on Milk Yield, Behavior, and Heart Rate at Milking. *J. Dairy Sci.* 82:720-727.
- Sabattini, R. A., N. Muzzachiodi, y A. F. Dorsch. 2002. Manual de Prácticas de Manejo del Monte Nativo. Universidad Nacional Experimental Rafael María. U.N.E.R. 56 pág.
- SAGARPA. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2008. Manual de Buenas Prácticas de Producción en la engorda de ganado bovino en confinamiento. 2^{da} Ed.

- Scanga, J. A., K. E. Belk, J. D. Tatum, T. Grandin and G. C. Smith. 1998. Factors contributing to the incidence of dark cutting beef. *J. Anim. Sci.* 76:2040-2047.
- Selye, H. 1976. Forty years of stress research: principal remaining problems and misconceptions. *CMA Journal*, (115): 53-56.
- Sotelo A, C Pérez, F Figueroa, A Barreras, E Sánchez. 2008. Evaluation of changes in management practices on frequency of DFD meat in cattle. *J. Anim. Vet. Adv.* 7, 330-332
- Shaw, F.D., R.I. Baxter y W.R. Ramsay. 1976. The contribution of horned cattle to carcass bruising. *The Veterinary Record*. (98): 255-257.
- Schnettler, B., O. Manquilef, H. Miranda. 2006. Hábitos de consumo de carne bovina en Temuco, IX región de Chile. *IDESIA Vol. 24 N° 2*; 15-23.
- Smith, D. L., L. L. Wilson, and D. L. Wiggers. 1998. Icteric Prod Use on Behavioral Activities and Physiological Characteristics of Weaned Beef Cattle. *Professional Animal Scientist*. 4 (14): 243-248.
- Stull, C.L., 1999. Responses of horses to trailer design, duration, and floor area during commercial transportation to slaughter. *J. Anim. Sci.* 11 (77), 2925–2933.
- Strappini, A. C., K. Frankena, J. H. M. Metz, B. Gallo, B. Kemp. 2010. Prevalence and risk factors for bruises in Chilean bovine carcasses. *Meat Science* 86, pp. 859–864.
- Strappini A. C., H. M. Metz, C. B. Gallo and B. Kemp. 2009. Origin and assessment of bruises in beef cattle at slaughter. *Animal*, 3 (5): 728–736.
- Tadich, N., C. Gallo, H. Bustamante, M. Schwertera, G. van Schaik. 2005. Effects of transport and lairage time on some blood constituents of Friesian-cross. *Livestock Production Science*. 3 (93): 223-233.
- Tadich, N., C. Gallo, R. Echeverria, G. Van Schaik. 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, T. Knowles, A. Aranís. 2002. Concentración de algunas variables sanguíneas indicadoras de estrés antes y durante la sangría en novillos. XII Congreso de Medicina Veterinaria, Chillán Chile.
- Tarrant, P. V., and T. Grandin. 2000. *Livestock handling and Transport*. 2nd edition. CABI Publishing. Preston UK.
- Tarrant. P. V. y T. Grandin. 1993. Cattle transport. En: *Livestock handling and Transport*. 2nd edition. CABI Publishing. pp. 109-126.

- Tennessen, T., M. A. Price, and R. T. Berg. 1984. Comparative responses of bulls and steers to transportation. *Can. J. Anim. Sci.* (64):333-338.
- Torres, L. A. 2010. Relación ambiente-animal mediante indicadores de bienestar animal en ganado de engorda. Tesis Médico veterinario Zootecnista. Universidad Veracruzana, México.
- Tripp, M. J., J. A. Schmitz. 1982. Influence of physical exercise on plasma creatine kinase activity in healthy and dystrophic turkeys and sheep. *Am. J. Vet. Res.* 43 (12): 2220-2223.
- Tume, R. K. y F. D. Shaw. 1992. Beta-endorphin and cortisol concentration in plasma of blood samples collected during exsanguinations of cattle. *Meat Science.* (31): 211-217.
- Villarroel, M. G., C. Maria, C. Sanudo, S. Garcia, G. Chacon, G. Gebresenbet. 2003. Effect of commercial transport in Spain on cattle welfare and meat quality. *Deutsche tierärztliche Wochenschrift.* 3 (110): pp. 105-107.
- Villarroel, M., G. A. María, I. Sierra, C. Sañudo, S. García-Belenguer, G. Gebresenbet. 2001. Critical points in the transport of cattle to slaughter in Spain that may compromise the animals' welfare. *Veterinary Record.* (149): 173-176.
- Voisinet, B. D., T. Grandin, J. D. Tatum, S. F. O'Connor and J. J. Struthers. 1997. Feedlot cattle with calm temperaments have higher average daily gains than cattle with excitable temperaments. *J. Anim. Sci.* 4 (75): 892-896.
- Warriss, P.D. 2004. Insensibilización y sacrificio de bovinos. *Informativo sobre carne y productos cárneos.* Universidad Austral de Chile. (31): 77-79.
- Warriss, P. D. 1990. The handling of cattle preslaughter and its effects on carcass and meat quality. *Appl. Anim, Beh. Sci.* 28, 171-186.
- Warris, P. D., S. N. Brown, T. P. Rolph and S. C. Kestin 1990. Interactions between the beta-adrenergic agonist salbutamol and genotype on meat quality in pigs. *J. Anim. Sci.* (6):3669-3676.
- Watts, J. N., and J. M. Stookey. 2000. Vocal behavior in cattle: the animal's commentary on its biological processes and welfare. *Applied Animal Behaviour Science* (67):15-33.
- Webster, A. J. F. 2001. Farm animal welfare: the five freedoms and the free market. *The Veterinary Journal.* 161: 229-237.

- Weeks, C. A., P. A. McNally and P. D. Warriss. 2002. Influence of the design of facilities at auction markets and animal handling procedures on bruising in cattle. *Veterinary Record* (150): 743–748.
- Werner M., y C. Gallo. 2008. Effects of transport, lairage and stunning on the concentrations of some blood constituents in horses destined for slaughter. *Livestock Science*. (115): 94–98.

EXPERIMENTO I

Titulo abreviado: Bienestar animal en una planta de sacrificio

Assessment of cattle welfare at a commercial slaughter plant in the northwest of Mexico.

Genaro C. Miranda-de la Lama¹, Iván G. Leyva², Alberto Barreras-Serrano²,
Cristina Pérez-Linares², Eduardo Sánchez-López², Gustavo A. María¹,
Fernando Figueroa-Saavedra²

Instituto de Investigaciones en Ciencias veterinarias, Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali 21100, México

Enviado al Tropical Animal Health Production DOI 10.1007/s11250-011-9925-y

Key words: Pre-slaughter handling, animal welfare, bruising, DFD meat, economic impact.

Present address: ¹ Department of Animal Production and Food Science, Faculty of Veterinary Science, University of Zaragoza, Miguel Servet 177, 50013 Zaragoza, Spain. e-mail: genaro@unizar.es.

² Animal Welfare and Meat Quality Group, Research Institute of Veterinary Science, Autonomous University of Baja California, UABC, 21100 Mexicali, Baja California, México. e-mail: Fernando_figueroa@uabc.mx

Assessment of cattle welfare at a commercial slaughter plant in the northwest of Mexico

Genaro C. Miranda-de la Lama · Iván G. Leyva · Alberto Barreras-Serrano ·
Cristina Pérez-Linares · Eduardo Sánchez-López · Gustavo A. María ·
Fernando Figueroa-Saavedra

Accepted: 8 July 2011
© Springer Science+Business Media B.V. 2011

Abstract Slaughter plants have been undergoing radical transformations in recent years due to the need to increase efficiency and incorporate new technologies for the improvement of the infrastructure, animal welfare, and product quality. The aim of this study was to assess the cattle welfare status during the unloading, lairage, stunning, bleeding and quantify bruising incidence at a commercial slaughter plant in the northwest of Mexico. We monitored 8,118 cattle during the unloading, lairage, stunning, bleeding, and carcass bruise incidence. Our results showed that in the unloading stage, 2% of the cattle vocalized, 5% were prodded with an electric goad, and 4% either slipped or fell. In the lairage stage, 12% of the animals vocalized, 80% prodded with an electric goad, and 8% of the animals slipped or fell. In the stunning stage, 10% of the animals vocalized, 67% prodded with an electric goad, and 15% of the animals slipped or fell. Ninety-five percent of the animals were stunned with a single shot, and 51% of the animals were effectively desensitized. Ninety-two percent of the carcasses had some type of bruise. Although the

slaughter plant had adequate infrastructure and stringent operational standards, in all of the stages except unloading handling had an impact on the welfare of the animals being slaughtered.

Keywords Animal welfare assessment · Cattle · Unloading · Lairage · Stunning · Bruising · México

Introduction

Slaughter plants have been undergoing radical transformations in recent years due to the need to increase efficiency and incorporate new technologies for the improvement of the infrastructure, animal welfare, and product quality. However, slaughter plants are designed based on conventional architectural criteria, such as the optimization of space or the facilitation of human activities, and not on the behavioural needs of the animals (Miranda-de la Lama et al. 2010, 2011a). Under those conditions, the animals can be exposed to a lot of stressful stimuli such as unloading, handling, overcrowding, food deprivation, sounds, novel odours (Gregory 2007), and operational failures. In this context, to help maintain and improve the quality of operating standards, it is important to identify the operational risks (Villarreal et al. 2001), and it is necessary to develop efficient, accurate auditing systems that can detect or prevent animal welfare problems (Grandin 2010). An audit can contribute to the development of a system of critical control points to eliminate bad practices and to the more efficient handling of the animals, which will improve the efficiency of the logistics chain and ensure minimum standards of animal welfare (Miranda-de la Lama et al. 2010).

G. C. Miranda-de la Lama (✉) · G. A. María
Department of Animal Production and Food Science,
Faculty of Veterinary Science, University of Zaragoza,
Miguel Servet 177,
50013 Zaragoza, Spain
e-mail: genaro@unizar.es

I. G. Leyva · A. Barreras-Serrano · C. Pérez-Linares ·
E. Sánchez-López · F. Figueroa-Saavedra (✉)
Animal Welfare and Meat Quality Group,
Research Institute of Veterinary Science,
Autonomous University of Baja California, UABC,
21100 Mexicali, Baja California, Mexico
e-mail: fernando_figueroa@uabc.mx

Hygienic and commercially active livestock and meat processing industries are essential to the well-being and public health of any nation (Adeyemo et al. 2009). Mexico has two legal types of establishments for the slaughter of animals: municipal slaughterhouses and Federal Inspection Type (TIF) plants (Villanueva and De Aluja 1998). Municipal slaughterhouses, which operate subject to the health regulations of the Ministry of Human Health, typically, are of a regional nature, lack infrastructure, and have operational problems. The TIF plants are regulated based on the guidelines of the Ministry of Agriculture, Livestock, Rural Development, Fisheries and Food and operate using modern infrastructure and equipment, which ensures the safety of the products and permits them to supply markets in large urban centres in Mexico and to export products to the USA, Japan, South Korea, and Central America. The TIF system is limited to 80 plants, which slaughter 22% of the animals processed in Mexico; the remainders are slaughtered in municipal slaughterhouses (50%) and in unsupervised locations (28%) (Signorini 2008).

Although the stressful effects of pre-slaughter handling on livestock have been comparatively well studied in some regions of the world, in Latin America and, in particular, Mexico, the subject has received limited attention (Becerril-Herrera et al. 2010). While the TIF plants guarantee the safety of the meat they produce (Maldonado et al. 2005), little information is available on the impact of their operations on animal welfare; therefore, it is prudent to evaluate the operations of a typical TIF plant to identify any detrimental effects on animal welfare and meat quality, and to recommend the appropriate changes in handling routines that will minimize the biological cost to the animals during the pre-slaughter process and improve product quality. The aim of this study was to assess the cattle welfare status during the unloading, lairage, stunning, bleeding and quantify bruising incidence at a commercial slaughter plant in the northwest of Mexico.

Materials and methods

The study was carried out in the Baja California State (northwest of Mexico) from January–October 2009 at a Federal Inspection Type (TIF) slaughter plant in Mexicali (32° 40' 0" N, 115° 28' 0" W), which meets the requirements of the requirements of Official Mexican Standards (NOM-008-ZOO-1994; NOM-009-ZOO-1994; NOM-033-ZOO-1995) concerning the operative regulation for TIF slaughter plants. The Mexicali Valley's (northwest part of the Sonoran desert) climate is characterized as extremely arid with rainfall rarely exceeding 100 mm per year, an

average temperature of 34.7°C (−5°C in winter and 50°C in summer), and altitude of 3 m (García 1981).

Animals

We monitored 8,118 male cattle (Holstein, Charolais, Cebu, Simmental, and possible crosses) that had an average age of 24–28 months and an average live weight of 450±45 kg. All of the animals came from breeding farms in the states of Sonora, Chihuahua, Querétaro, Guerrero, Campeche, and Tamaulipas, but were fattened in feedlots in northern of the Baja California. Consequently, the travel time in livestock trailers (16,000 t capacity) from the feedlots to the slaughter plant was no more than an hour.

Slaughter plant conditions

The plant evaluated in our study operates Monday through Saturday (0700–1500 hours) and has the capacity to slaughter 350–400 animals/day at a rate of 40–45 animals/hour. The concrete unloading ramps have nonslip floors that are about as wide as the livestock trailers and are connected by a series of corridors to a lairage area that has 84-m² roofed pens (3.65 m wide×23 m long) with nonslip concrete floors. In the plant, they do not mix animals from different livestock trailers, and each group of animals is housed in separate pens. Water was freely available, but there was no access to feed, which is normal practice in TIF slaughter plants (Villanueva and De Aluja 1998). An electric goad is the only instrument used to herd the animals during their stay in the plant. A curved passageway leads from the lairage area to a stunning box (1.80 m high×0.88 m wide×2.53 m long) that does not have a head fixation system. Access to the box is through a guillotine door and a revolving iron exit door. After being stunned by a captive bolt (model USSS-1 JARVIS®), the cattle were slaughtered, suspended by a hind leg, bleeding, and transferred to the production line to begin the process of removing the head, feet, skin, viscera, and the quartering of the carcass.

Data collection

We evaluated 8,118 animals, of which 6,882 (85%) were observed antemortem (Fig. 1) during one of four stages: unloading (1,595), lairage (1,860), in the stunning box (1,620), or in the stunning–bleeding stage (1,807). For each stage, we observed handling practices on 8 days. For 5 days per week in 1 month, in the precooling area where the hygienic and sanitary inspection of carcasses occurs routinely, we examined 1,236 cattle carcasses for the presence of bruises. A single observer (who did not

Fig. 1 Handling practices evaluated in cattle during the unloading (1), lairage handling (2, 3), stunning (4) and bleeding (5) at a TIF slaughter plant in northwest of Mexico



participate in the handling of the animals) made all of the measurements. The staff of the slaughter plant performed all of the handling.

Assessment of animal welfare

For the pre-slaughter process, we observed the unloading of 39 cattle trucks. The observations began with the descent of the first animal and ended when the last animal on the truck descended. Following Maria et al. (2004), the evaluation criteria were as follows: vocalization (number of animals vocalizing), use of electric goad (number of animals involved), slips and falls (number of animals), and unloading time (minutes required for all animals in the truck to unload). In the pre-slaughter lairage area, data collection began when the animals arrived in the holding pens and ended just before the animals entered the stunning area. Following Grandin (2000), the evaluation criteria were as follows: vocalization (number of animals vocalizing), use of electric goad (number of animals involved), slips and falls (number of animals). In addition, we recorded pen density (number of animals divided by 84 m²) and lairage time.

The stunning stage was evaluated based on the following criteria: vocalization (number of animals vocalizing), use of electric goad (number of animals involved), slips and falls (number of animals). We quantified the number and location of the shots delivered by the stun gun and

compared these locations to the ideal shoot target, which is on the head was at the cross-over point between imaginary lines drawn between the base of the horns and the opposite eyes (Önenç and Kaya 2004). The heads of the animals were examined postmortem by placing a transparent target on the forehead and recording whether the blow was within the ideal target (Gallo et al. 2003).

The stage between stunning and bleeding was evaluated using the following criteria: effective stunning (total loss of reflexes), nasal reflex (number of animals exhibiting rhythmic breathing), corneal reflex (number of animals exhibiting eye movement), attempt to stand up (number of animals that attempted to stand and raise its head), and time between stunning and bleeding (from the moment of impact until the cutting of blood vessels). In addition, based on the guidelines of the Humane Slaughter Association (1998), which indicates that 60 s is the appropriate maximum period between stunning and bleeding, we classified those animals that exceeded 60 s as having experienced an excessive handling time.

Assessment of carcass bruising

The evaluation of bruises was based on the following criteria: anatomical area (first third: shoulder, elbow, hoof; second third: loin and ribs; last third: hip, side, ischium, tail, leg), size of bruise (small=up to 5 cm in diameter, medium=6–10 cm in diameter, and large=>10 cm in

diameter) (Miranda-de la Lama et al. 2009), and the grade of the bruise (grade 0=no bruises visible; grade 1=affecting subcutaneous tissue; grade 2=includes subcutaneous tissue and muscle; grade 3=subcutaneous tissue, muscle, and bone) (Gallo et al. 2000).

Statistical analysis

The data were managed using a relational database (Microsoft Office Access) and, subsequently, were used in a descriptive analysis (percentages and means) with the SAS statistical package (SAS 2001).

Results

Assessment of animal welfare

The handling variables evaluated in the unloading and pre-slaughter waiting stages are presented in Table 1. In the unloading stage, 2% of the cattle vocalized, 5% were subjected to the electric goad, and 4% slipped or fell. The average time taken to unload the cattle from a single transport truck was 6.25 (± 0.43) min. In the lairage stage, 12% of the animals vocalized, 80% were subjected to the electric goad, and 8% of the animals slipped or fell. The average density in the pens was 3.47 (± 0.42) m²/animal, and the average pre-slaughter waiting time was 5.0 $\pm$ 0.60 h.

The handling variables evaluated in the stunning and bleeding stages are presented in Table 2. In the stunning stage, 10% of the animals vocalized, 67% were subjected to the electric goad, and 15% of the animals slipped or fell. Stunning efficiency was high: 95% of the animals were stunned with one shot, 4% with two shots, 0.86% with three shots, and 0.06% with four shots. Sixty per cent of the animals were stunned in the correct area on the head. After being stunned, 51% of the animals were effectively desensitized. Of the animals stunned inadequately (49%),

Table 1 Handling variables evaluated in cattle during the unloading and lairage at a TIF slaughter plant in northwest of Mexico

Variable	Number of animals	Proportion (%)	Mean ($\pm$ SE)
Unloading ($n=1,595$)			
Vocalization	35	2	2.30 $\pm$ 0.62
Use of electric goad	83	5	4.82 $\pm$ 0.69
Slips and falls	71	4	3.96 $\pm$ 1.21
Lairage ($n=1,860$)			
Vocalization	240	12	12.52 $\pm$ 1.56
Use of electric goad	1,495	80	79.86 $\pm$ 1.96
Slips and falls	147	8	7.81 $\pm$ 1.11

Table 2 Handling variables evaluated in cattle during the stunning and bleeding stages at a TIF slaughter plant in northwest of Mexico

Variable	Number of animals	Proportion (%)	Mean ($\pm$ SE)
Stunning ($n=1,620$)			
Vocalization	155	10	9.83 $\pm$ 1.26
Use of electric goad	1,066	67	66.86 $\pm$ 3.62
Slips and falls	193	15	14.55 $\pm$ 2.35
Number of stun shots			
Stunned with one shot	1,541	95	95.08 $\pm$ 0.91
Stunned with two shots	64	4	4.04 $\pm$ 0.83
Stunned with three shots	14	0.86	0.85 $\pm$ 0.28
Stunned with four shots	1	0.06	0.03 $\pm$ 0.03
Stunning area on the head			
Correct area for stunning	993	60	60.48 $\pm$ 2.01
Incorrect area for stunning	627	40	39.51 $\pm$ 2.01
Dressed ($n=1,807$)			
Effectively unconscious	908	51	50.28 $\pm$ 3.15
Rhythmic breathing	21	1	1.15 $\pm$ 0.28
Corneal reflex and eye movement	21	1	1.15 $\pm$ 0.28
Attempt to stand up or lift head	857	47	47.39 $\pm$ 2.46
Time between stunning and bleeding			
Stunned ≤ 60 s	385	21	20.26 $\pm$ 1.50
Stunned > 60 s	1,422	79	78.57 $\pm$ 1.80

47% tried to raise their head or neck, or get up, 1% exhibited rhythmic breathing, and 1% exhibited a corneal reflex. The average time between stunning and bleeding was 81 s (± 0.83), where the 79% of the animals were stunned within the ideal time range (60 s).

Assessment of carcass bruising

The results of the evaluation of bruises on carcasses are shown in Table 3. Most (92%) of the carcasses had some type of bruise. On the 1,143 animals that had bruises, 14% were on the first, 27% were on the second, and 59% were on the last third of the carcass. Twenty-three per cent of the bruises were < 5 cm, 72% were 6–10 cm, and 5% > 10 cm in diameter. In terms of severity, most of the animals have grade 1 (68%), grade 2 (30%), and 2% had grade 3.

Discussion

In countries with emerging economies such as Mexico, the trend toward modernization and the certification of production processes has been promoted mainly to facilitate exports. Although the initial objective of the TIF system was to meet the sanitary standards imposed by the USDA for the export of meat to the USA during the Foot and

Table 3 Evaluation of bruising on cattle carcasses at a TIF slaughter plant in northwest of Mexico

Variable	Number of carcasses	Proportion (%)	Mean ($\pm$ SE)
Bruising ($n=1,236$)			
Animals with bruising	1,143	92	91.77 $\pm$ 1.30
Animals without bruising	93	8	7.56 $\pm$ 0.33
Anatomical area ($n=1,143$)			
First third of carcass	160	14	14.33 $\pm$ 0.60
Second third of carcass	308	27	26.74 $\pm$ 0.98
Last third of carcass	675	59	59.03 $\pm$ 1.56
Size of bruise ($n=1,143$)			
Small (≤ 5 cm)	267	23	22.38 $\pm$ 0.84
Medium (6–10 cm)	825	72	71.6 $\pm$ 1.50
Large (≥ 10 cm)	51	4	3.4 $\pm$ 0.34
Depth and severity of bruise ($n=1,143$)			
Grade 1	782	68	68.03 $\pm$ 1.30
Grade 2	338	30	30.44 $\pm$ 1.03
Grade 3	23	2	2.05 $\pm$ 0.96

Mouth Disease epidemic in 1949, now they have an important role in the production of meat for domestic consumption and export to other countries. In general, animal welfare standards in Mexican slaughterhouses have been poor (Grandin 1988; Villanueva and De Aluja 1998; European Commission 2000). It is assumed that the serious deficiencies occur in the municipal and unsupervised slaughterhouses, only, and that the conditions in the TIF plants are superior. Our study is the first to report on pre-slaughter handling and its effects on animal welfare and carcass quality in Mexico and, while they should not be seen as a reflection of the state of animal welfare in slaughter plants nationwide, the results provide a first approximation to the problems in TIF slaughter plants.

Assessment of animal welfare

Even more than the journey between the feedlot and the slaughter plant, the processes of loading and unloading can be highly stressful to cattle (María et al. 2004). For that reason, it is vitally important to the efficiency of the pre-slaughter logistic chain that staff are informed about the appropriate procedures and the details of the arrival of cattle trucks so that the time spent unloading the animals is minimized (Miranda-de la Lama et al. 2010). Our results indicate that the unloading times were short, which might reflect the efficiency with which the animals were handled upon arriving at the slaughter plant. As well, the small proportion of animals that were subjected to an electric goad, slipped, fell, or vocalized reflected the efficiency of the plant. Some studies have indicated that vocalizations are

reliable indicators of stress and the quality of handling practices (Warris et al. 1994). In our study, vocalizations were less frequent than they were in the study by Grandin (1988), who found that, at plants in North America where the animals were handled carefully, 4.5% of the animals vocalized, but in plants where electric goads were used frequently during unloading, 22% of the animals vocalized. Thus, we conclude that the handling practices during the unloading stage of the chain in the TIF plant we evaluated were acceptable.

The lairage time allows the animals to replenish muscle glycogen, reduce the dehydration of tissues, rest, and recover from some of the effects of transport (Jarvis et al. 1996); however, lairage in poor conditions can limit the ability of the animals to rest and recover from the effects of restrictions in food and water (Villarroel et al. 2001). In the plant that we evaluated, lairage appeared to be a critical point in production given the high frequency of vocalizations, slips, falls, and the disproportionately heavy (80%) use of the electric goad in that stage compared to the unloading stage. Falling down during handling can be a problem in slaughter plants (Cockram and Corley 1991). Lairage time did not exceed 6 h in the extreme weather conditions that are characteristic of northern Baja California in winter (-5°C) and summer (50°C). Furthermore, the cattle were kept outside the plant in roofed, open-walled holding pens, which cannot provide a microclimate that can protect livestock from adverse temperatures and, consequently, provide better conditions during lairage.

Our results indicate that the electric goad was used less frequently during the stunning stage than during the lairage stage; yet, the use of this instrument was quite high (67%) and well beyond the 5% limit permitted in audits of slaughter plants in the USA (Grandin 2010). As a result, in the TIF plant in Mexico, vocalizations and falls were more common during the lairage stage than during the stunning stage. Falls during the drive to the stunning box can be caused by slippery floors or as reactivity to use of by the animal's response to receiving the electric goad (Cockram and Corley 1991), which can affect meat quality (Wamer et al. 2007).

In recent years, plants have experienced an increase in the volume of cattle slaughtered, which has made the acquisition of reliable and sophisticated stunning equipment a priority (Gregory 2005). In Chile, after a plant was upgraded with new equipment and staff were given training, first-shot success in stunning increased from $<72\%$ to 90% (Gallo et al. 2003). In the TIF plant that we evaluated, however, only 60% of the animals were stunned in the right area of the head, which might have been due to a lack of specialized training or to operator fatigue (Gregory and Shaw 2000). In addition, the stunning box was not equipped with a head fixation system, which restricts the movement of the animal and helps the operator to make the shot accurately (Ewbank

et al. 1992). The stunning boxes that have head restraints limit the animal's movement forward, backward, and sideways, which improves the accuracy of the shot (Grandin 2002). In Mexico, however, head fixation systems are not mandatory and, based on our results, they should be incorporated in Mexican slaughter plants as a means of improving the efficiency of the stunning process.

The purpose of stunning is to render the animal unconsciousness during the bleeding process (Gregory and Shaw 2000), and tonic body spasms followed by kicking (clonic activity) are common signs of correct stunning (Gregory et al. 2007). Those movements are not to be confused with an animal's attempt to stand or raise its head, which are clear signs of a return to consciousness (Grandin 2002). Our results indicate that, despite the high proportion of animals that were stunned on the first shot, a high (49%) proportion of the animals received a poorly induced concussion. In the slaughter plant that we evaluated, the average time between stunning and bleeding was 81 s, which was longer than the 60-s limit recommended by the Humane Slaughter Association (HSA 1998) to avoid the possibility of a return to consciousness. Consequently, for 79% of the animals, the time between stunning and bleeding exceeded the recommended 60-s limit. Excessive time between stunning and bleeding can lead to prolonged muscle contractions, which cause muscular haemorrhages or blood splash and reduce the quality of the meat (Gregory 2007). Clearly, our results indicate that the human factor is a critical aspect of the plant, where there might be a lack of training in the handling of the stunning equipment and limited awareness of animal welfare.

Assessment of carcass bruising

Bruises can be an indicator of welfare problems during the road transport (Miranda-de la Lama et al. 2011a), traffic accidents (Miranda-de la Lama et al. 2011b) loading/unloading, and stunning of livestock (Chandra and Das 2001), which can be used as a tool in the evaluation of a program of critical control points (Miranda-de la Lama et al. 2009). The presence of bruises on 92% of the carcasses evaluated in the TIF slaughter plant in Baja California, Mexico is evidence of a serious problem in the handling of animals during the pre-slaughter period. In Latin America, a high incidence of bruising has been observed in large slaughter plants, e.g. Uruguay (55%; Huertas et al. 2003) and Brazil (84%; Andrade et al. 2008), although much lower rates have been reported in some countries, e.g. Chile (9–21%, Strappini et al. 2010). A multitude of factors might have contributed to the low rates in some plants in some countries including the introduction of a system of fines imposed upon the carriers (Grandin and Gallo 2007), changes in pre-slaughter handling practices and improvements

in the equipment and staff training in the slaughterhouses (Gallo et al. 2003), and government policy aimed at improving animal welfare and compliance with the regulations of the European Union for the importation of meat (Poblete 2005). In Mexico, regulations for the export of meat focus on meat safety because the countries that import meat from Mexico (i.e. Japan, USA) currently do not use animal welfare as a trade barrier.

In our study and others (Jarvis et al. 1995; Honkavaara et al. 2003), a disproportionate number of the bruises occurred within the last third of the carcasses; however, it is difficult to identify the causes of the bruises within each section of the carcass. Some have suggested that certain features of the processing facilities and the use of specific instruments to herd the animals can cause bruising in specific areas of the body such as the flank, loin, and leg (Grandin 2000). In our study, electric goads were used frequently when the animals were in lairage or in the stunning box. Usually, an electric goad does not cause bruising on the carcass (Jarvis et al. 1995), but it can induce in the animals a state of reactivity and desperate attempts to escape, which increases the likelihood of injury by falling or by hitting the facilities or other animals (Nanni-Costa et al. 2006).

Although the prevalence of bruising and the distance travelled during transport can be correlated, the specific conditions under which the animals are transported are the most important factors (Yeh et al. 1978). In our study, the animals came from feedlots nearby, travel time did not exceed 1 h, and the transport vehicles were designed for cattle. In the TIF slaughter plant in Mexico, most of the bruises were of average size (6–10 cm diameter) and grade 1 (subcutaneous damage). The presence of horns is one of the most common causes of bruising in cattle (Meischke et al. 1974), and the poor handling practices of the operators might involve low-force blows that are sufficient to inflict subcutaneous injury during pre-slaughter handling (Strappini et al. 2009). An aggravating factor might have been the high speed of the slaughter line, which requires operators to move the animals quickly and roughly, thereby increasing the reactivity states of the animals and causing them to injure each other.

Conclusions and implications

In general, our results suggest that, despite having adequate infrastructure and stringent operational standards, all of the stages in a TIF slaughter plant in Baja California, Mexico, except unloading, had an impact on the welfare of the cattle slaughtered. The high prevalence of bruises and the frequency of failures in the stunning procedure are evidence of the serious problems caused by the low skill levels and limited concern for animal welfare among the staff at the

slaughter plant, which might be due to the priority the TIF plants place on the speed with which animals are processed, the assurance of meat safety, and minimizing costs, rather than the welfare of the animals per se. Therefore, it is essential that a program for monitoring the critical points of risk for animal welfare be developed for the TIF system in Mexico.

The meat industry and the authorities responsible for enforcing the law should inform managers, operators, and other personnel involved in the pre-slaughter logistic chain that they can improve animal welfare and meat quality through investment in training and improvements in the design of their facilities. Doing so would reduce losses caused by bruises and other injuries while maintaining the welfare of the animals. To reduce the risk of animal suffering to a minimum, it is important to improve and increase the training of the staff in the methods for the proper handling of the animals. Competent authorities should supervise the training programs, which should involve a process of practical learning that is supported by an appropriate system of work incentives. The objectives of those programs would benefit if we could succeed in developing a new, broader concept of meat quality that included animal welfare throughout the production system as an aspect of the commercial quality of the product.

Acknowledgements A. Barreras-Serrano, F. Figueroa-Saavedra, and G.C. Miranda-de la Lama are members of the National Research System (SNI) of México.

References

- Adeyemo, O.K., Adeyemi, I.G. and Awosanya, E.J. 2009. Cattle cruelty and risks of meat contamination at Akinyele cattle market and slaughter slab in Oyo State, Nigeria, *Tropical Animal Health and Production*, 41, 1715–1721.
- Andrade, E.N., Aguilar, R.M., de Oliveira, R.R., Carvalho, L.S., Gonçalves, H.C. and Bonilha, R.S., 2008. Ocorrência de lesões em carcaças de bovinos de corte no Pantanal em função do transporte, *Ciencia Rural*, 38, 1991–1996.
- Becerril-Herrera, M., Alonso-Spilsbury, M., Trujillo Ortega, M.E., Guerrero-Legarreta, I., Ramírez-Necochea, R., Roldan-Santiago, P., Pérez-Sato, M., Soni-Guillermo, E. and Mota-Rojas, D., 2010. Changes in blood constituents of swine transported for 8 or 16 h to an Abattoir. *Meat Science*, 86, 945–948.
- Chandra, B.S. and Das, N., 2001. The handling and short-haul road transportation of spent buffaloes in relation to bruising and animal welfare, *Tropical Animal Health and Production*, 33, 155–163.
- Cockram, S. and Corley, K. T., 1991. Effect of pre-slaughter handling on the behavior and blood composition of cattle, *British Veterinary Journal*, 147, 444–454.
- European Commission., 2000. Final report of a mission carried out in Mexico from 3 to 14 April 2000 in order to evaluate the implementation and enforcement of Council Directives 72/462/CEE and 77/99/CEE and Council Decision 95/408/CE and to review the animal health situation. European Commission health and consumer Protection Directorate General, Brussels, Belgium.
- Ewbank, R., Parker, M.J. and Mason, C.W., 1992. Reaction of cattle to head restraint at stunning: A practical dilemma, *Animal Welfare*, 1, 55–63.
- Gallo, C., Pérez, S., Sanhueza, C. and Gasic, J., 2000. Efectos del tiempo de transporte de novillos previo al faenamiento sobre el comportamiento, las pérdidas de peso y algunas características de la canal, *Archivos de Medicina Veterinaria*, 32, 157–170.
- Gallo, C., Teuber, M., Cartes, H., Uribe, D. and Grandin, T., 2003. Mejoras en la insensibilización de bovinos con pistola neumática de proyectil retenido tras cambios de equipamiento y capacitación del personal, *Archivos de Medicina Veterinaria*, 35 159–170.
- García, M.E., 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía, UNAM. México, DF.
- Grandin, T., 1988. Behavior of slaughter plants and auction employees towards animals, *Anthrozoos*, 1, 205–213.
- Grandin, T. 2000. Effect of animal welfare audit of slaughter plants by a major fast food company in cattle handling and stunning practices. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 216, 848–851.
- Grandin, T. 2002. Return-to-sensibility problems after penetrating captive bolt stunning of cattle in commercial beef slaughter plants. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 221, 1258–1261.
- Grandin, T. 2010. Auditing animal welfare at slaughter plants. *Meat Science*, 86, 56–65.
- Grandin, T. and Gallo, C. (2007) Cattle transport. In: Grandin, T. (ed) *Livestock Handling and Transport*. 3rd edn., CABI, Wallingford, UK, pp 134–154.
- Gregory, N.G. 2005. Recent concerns about stunning and slaughter. *Meat Science*, 70, 481–491.
- Gregory, N.G. 2007. Animal welfare and meat production. 2nd Edition, CABI Publishing, Wallingford, U.K.
- Gregory, N.G. and Shaw, F. 2000. Penetrating captive bolt stunning and exsanguinations of cattle in abattoirs. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 3, 215–230.
- Gregory, N.G., Lee, C.J. and Widdicombe, J.P. 2007. Depth of concussion in cattle shot by penetrating captive bolt. *Meat Science*, 77, 499–503.
- Honkavaara, M., Rintasalo, E., Ylönen, J. and Pudas, T. 2003. Meat quality and transport stress of cattle. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*, 110, 125–128.
- Huertas, S., Gil, A., Zaffaroni, R., De Freitas, J., Cernicchiaro, N., Suanes, A., Vila, F., Piaggio, J., Nuñez, A. and Pullen, M. 2003. Presence of bruises in cattle slaughtered in Uruguay. X ISAH International Congress in Animal Hygiene. 23–27 February, México.
- Humane Slaughter Association (1998) *Captive Bolt Stunning of Livestock*, 2nd edn. Humane Slaughter Association, Hertfordshire, UK, pp. 2–16.
- Jarvis, A.M., Selkirk, L. and Cockram, M.S. 1995. The influence of source, sex class and pre-slaughter handling on the bruising of cattle at two slaughterhouses. *Livestock Production Science*, 43, 215–224.
- Jarvis, A.M., Harrington, D. W. J. and Cockram, M.S. 1996. Effect of source and lairage on some behavioural and biochemical measurements of feed restriction and dehydration in cattle at a slaughterhouse. *Applied Animal Behaviour Science*, 50, 83–94.
- Maldonado, E. S., Henson, S. J., Caswell, J. A., Leos, L. A., Martinez, P. A., Aranda, G. and Cadena, J. A. 2005. Cost-benefit analysis of HACCP implementation in the Mexican meat industry. *Food Control*, 16, 375–381.
- María, G. A., Villarroel, M., Chacon, G. Gebresenbet, G. 2004. Scoring system for evaluating the stress to cattle of commercial loading and unloading. *Veterinary Record*, 154, 818–821.
- Meischke, H.R.C., Ramsay, W.R. and Shaw, F.D. 1974. The effect of horns on bruising in cattle. *Australian Veterinary Journal*, 50, 432–434.

- Miranda-de la Lama, G.C., Villarroel, M., Olleta, J.L., Alierta, S., Sañudo, C. and María, G.A. 2009. Effect of the pre-slaughter logistic chain on meat quality of lambs. *Meat Science*, 83, 604–609.
- Miranda-de la Lama, G.C., Liste, G., Villarroel, M., Escós, J. and María, G.A. 2010. Critical points in the pre-slaughter logistic chain of lambs in Spain that may compromise the animal's welfare. *Small Ruminant Research*, 90, 174–178.
- Miranda-de la Lama, G.C., Monge, P., Villarroel, M., Olleta, J.L., García-Belenguer, S. and María, G.A. 2011a. Effects of road type during transport on lamb welfare and meat quality in dry hot climates. *Tropical Animal Health and Production*, 43, 915–922.
- Miranda-de la Lama, G.C., Sepúlveda, W.S., Villarroel, M. and María, G.A. 2011b. Livestock vehicle accidents in Spain: causes, consequences, and effects on animal welfare. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 14, 109–123.
- Nanni-Costa, L., Lo Fiego, D.P., Tassone, F. and Russo, V. 2006. The relationship between carcass bruising in bulls and behaviour observed during pre-slaughter phases. *Veterinary Research Communications*, 30, 379–381.
- Önenç, A., Kaya, A. 2004. The effects of electrical stunning and percussive captive bolt stunning on meat quality of cattle processed by Turkish slaughter procedures. *Meat Science*, 66, 809–815.
- Poblete, C.A. 2005. Retos del bienestar animal: perspectivas diversas en un marco institucional. Gonzalez G., L. Stuardo, D. Benavides y P. Villalobos (eds.). *La institucionalización del bienestar animal, un requisito para su desarrollo normativo, científico y productivo*. Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Comisión Europea, Universidad de Talca. Santiago, Chile.
- SAS (2001) SAS/STAT User's Guide (release 2.1). SAS Inst., Cary N. C.
- Signorini, M. 2008. Mataderos municipales y su impacto en la salud pública. *Nacameh*, 2, 1–24.
- Strappini, A.C., Metz, J.H.M., Gallo, C.B. and Kemp, B. 2009. Origin and assessment of bruises in beef cattle at slaughter. *Animal*, 3, 728–736.
- Strappini, A.C., Frankena, K., Metz, J.H.M., Gallo, C. and Kemp, B. 2010. Prevalence and risk factors for bruises in Chilean bovine carcasses. *Meat Science*, 86, 859–864.
- Villanueva, V.M. and De Aluja, A.S. 1998. El estado actual de algunas plantas de sacrificio de animales para el consumo humano en México. *Veterinaria México*, 29, 273–278.
- Villarroel, M., María, G.A., Sañudo, C., Sierra, I., García-Belenguer, S.G. and Gebresenbet, G. 2001. Critical points in the transport of cattle to slaughter in Spain that may compromise the animal's welfare. *Veterinary Record*, 149, 173–176.
- Warner, R. D., Ferguson, D. M., Cottrell, J. J., and Knee, B. 2007. Acute stress induced by the use of electric prodders pre-slaughter causes tougher beef meat. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 47, 782–788.
- Warris, P.D., Brown, S.N. and Adams, S.J.M. 1994. Relationships between subjective and objective assessments of stress at slaughter and meat quality in pigs. *Meat Science*, 38, 329–340.
- Yeh, E., Anderson, B., Jones, P.N. and Shaw, F.D. 1978. Bruising in cattle transported over long distances. *Veterinary Record*, 103, 117–119.

EXPERIMENTO II

Título abreviado: Impacto económico y carne DFD en una planta de sacrificio

Impacto económico de la presencia de carne DFD en una planta de sacrificio Tipo Inspección Federal (TIF)

Economic impact of DFD beef in a federal inspection type (TIF) slaughterhouse

IA Leyva-García^a, F Figueroa-Saavedra^{b*}, E Sánchez-López^b, C Pérez-Linares^b,
A Barreras-Serrano^b

Instituto de Investigaciones en Ciencias veterinarias, Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali 21100, México

Enviado a Archivos de Medicina Veterinaria. N° 338-11

Key words: economic impact, DFD meat, slaughterhouse

^a: Doctorado en Ciencias Agropecuarias de los Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias y Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California.

^b: Investigador del Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias Universidad Autónoma de Baja California

Impacto económico de la presencia de carne DFD en una planta de sacrificio Tipo Inspección Federal (TIF)

Economic impact of DFD beef in a federal inspection type (TIF) slaughterhouse

IA Leyva-García^a, F Figueroa-Saavedra^{b*}, E Sánchez-López^b, C Pérez-Linares^b, A Barreras-Serrano^b

^a: Doctorado en Ciencias Agropecuarias de los Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias y Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California.

^b: Investigador del Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias Universidad Autónoma de Baja California

SUMMARY

Based on the relation that exists between the inadequate handling of bovines during the pre-slaughter period and the quality of the carcass, a study was conducted to determine the effect that the presence of DFD (Dark, firm and dry) in the carcass had on its economic value. The study was conducted during September of 2009 in a federal inspection type slaughterhouse located in Mexicali, Mexico using a sample of 352 carcasses. Color and pH measurements were used to grade the meat and to estimate the frequency of the problem which in this case was 47.63%. Individual and aggregated loss of value was calculated considering a population of 8,467 animals. The individual carcass value reduction was 85.58 dollars while the loss for the 8,467 slaughtered during September was estimated to be between 273,229 and 338,804 dollars. The reduction of the carcass value was considered to be important enough to promote the use of measures that improve the way that the animals are handled during the pre-slaughter period.

Key words: economic impact, DFD meat, slaughterhouse.

1 INTRODUCCIÓN

2 A nivel mundial la creciente demanda de proteínas de origen animal ha dado lugar a un fuerte
3 aumento en el número de animales sacrificados (Blokhuis y col 2008), este incremento de trabajo en las
4 plantas de sacrificio, provoca un manejo inadecuado de los animales antes del sacrificio lo que conlleva
5 a una disminución de la calidad de la canal y de la carne que ocurre como resultado de lesiones o
6 cambios fisiológicos en el músculo (Dantzer y Morméde 1984).

7 Las plantas de sacrificio están diseñadas para optimizar el espacio o facilitar el trabajo humano, y no
8 consideran las características del comportamiento animal (Miranda y col 2010). Bajo estas condiciones,
9 los animales están expuestos a una gran cantidad de estímulos estresantes como la descarga, arreo, el
10 hacinamiento, privación de alimento, ruidos y olores novedosos (Gregory 1996). En México desde el
11 punto de vista legal existen dos tipos de establecimientos para el sacrificio: los rastros municipales y las
12 plantas TIF. Los rastros municipales operan con regulación sanitaria de la Secretaría de Salud y están
13 caracterizados por su carácter regional, falta de infraestructura, y problemas de operatividad. Las
14 plantas TIF, están reguladas y certificadas de acuerdo a los lineamientos de la Secretaría de Agricultura
15 Ganadería Pesca y Desarrollo Rural, operando con infraestructura y equipamiento moderno,
16 garantizando la inocuidad del producto, lo cual les permite abastecer a grandes centros urbanos
17 nacionales y exportar (Villanueva y de Aluja 1998).

18 Una consecuencia negativa del manejo inadecuado de los animales en el periodo de presacrificio es
19 la presencia de carne clasificada como DFD (dark, firm and dry, por sus siglas en inglés) ya que
20 provoca problemas de comercialización debido a que los consumidores asocian el color oscuro con
21 carne vieja o inadecuadamente almacenada (Sotelo y col 2008).

22 La deficiencias en el diseño de la planta de sacrificio, elementos de distracción que estorban en el
23 movimiento del animal, errores en la capacitación por el uso de los equipos e instalaciones (Grandin
24 1996), tiempos prolongados de transporte y el reagrupamiento social de los animales (Knowles 1999)
25 son problemas que inciden en el comportamiento del animal, pues provocan estrés en los animales
26 antes o durante el sacrificio (Warriss 2010) y como resultado de este estrés se llegan a observar altas
27 frecuencias de carne DFD (Grandin 1997). La carne con este problema presenta una reducción de su
28 precio de mercado, Scanga y col (1998) mencionan que en los Estados Unidos, la pérdida por
29 problemas de carne DFD en bovinos es de \$6.08 dólares por animal producido. Wulf y col (2002)
30 reporta que para la industria alimenticia de los Estado Unidos, la presencia de carne DFD en bovinos
31 significó una pérdida anual de 172 millones de dólares. Este impacto negativo sobre el ingreso provoca
32 que el productor, motivado por la maximización de su utilidad tome acciones relacionadas con los

costos, que de acuerdo a Varian (1992) pueden ser: la reducción del pago que hace por los insumos o llevando a cabo actividades que permitan disminuir el costo de producción. En este caso como la pérdida está asociada a un manejo inadecuado de los animales, el productor implementará acciones como la capacitación del personal, mantenimiento preventivo de equipo e instalaciones (Grandin, 2010).

El objetivo de la investigación fue determinar la pérdida económica que implica la comercialización de las canales de ganado bovino con presencia de carne DFD.

MATERIAL Y MÉTODOS.

El estudio se llevó a cabo durante el mes de septiembre del 2009 en las instalaciones de una planta TIF ubicada en la ciudad de Mexicali, Baja California, México.

Tamaño de muestra

El marco de muestreo se integró por 8.467 animales sacrificados durante el mes de septiembre del 2009 en la planta de sacrificio TIF. En la estimación del tamaño de muestra, para un muestreo por atributos en un estudio descriptivo transversal, se consideró un estimador de frecuencia relativa de carne DFD del 35% basado en un estudio previo de Sotelo y col (2008), una tasa de error máximo de 0,05 y un nivel de confianza al 95%, resultando 352 canales. Estas fueron seleccionadas aleatoriamente durante el mes distribuidas en 10 visitas a la planta de sacrificio, con un rango de muestreo de entre 30 a 40 canales por visita.

Calidad de la carne

Para clasificar la carne por su calidad físico-química, se llevó a cabo la medición del pH y color de la carne (L^* , a^* y b^* , C^*) en el músculo *Longissimus dorsi* entre la 11va. y 12va. costilla de la canal a las 24 h post mortem (Savell y Smith 2000). El pH se determinó con un potenciómetro de punción DeltaTRAK ISFET pH 101 (DeltaTRAK, Inc., Pleasanton, CA., E.U.A.), medido en la profundidad del músculo. Los valores de color (L^* , a^* y b^*) se midieron en la superficie del músculo por un espectrofotómetro Minolta CM-2002 (Minolta Camera, Co., Ltd, Japón) utilizando un componente especular incluido (SCI), un iluminante D_{65} y un observador de 10° , donde L^* : es el índice de luminosidad, a^* : es el índice de rojo y b^* : es el índice de amarillo. El croma (intensidad del color (C^*)) fue calculado como $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{0.5}$ (Young y col 2003). La carne fue clasificada para su calidad utilizando los criterios establecidos según Wulf y col (2002), Forrest y col (1979) y Minolta (1994) de acuerdo a las categorías siguientes: carne normal: pH 24h post mortem de 5,4 a 5,8, $L^* > 50$ y $C^* > 30$

1 y carne DFD: pH 24 h post mortem >5,8, L* < de 50 y C* > 30. La frecuencia relativa de carne DFD se
2 obtuvo dividiendo el total de canales con el problema referidas al total de canales en la muestra.

3 **Análisis económico**

4 Para determinar el impacto económico que tiene sobre el ingreso individual y agregado mensual la
5 presencia de carne DFD, se llevó a cabo un análisis de la pérdida económica en la población de estudio.
6 La inferencia se hizo a partir de la muestra de canales que fueron evaluadas del total de animales
7 sacrificados en el mes.

8 En la estimación de las pérdidas económicas es importante considerar que una vez que se determina
9 la presencia de DFD, la reducción de precio se aplicó a toda la canal. Las variables consideradas para
10 calcular tanto la pérdida individual como la agregada mensual fueron: número de animales sacrificados
11 por mes, frecuencia relativa de DFD, peso promedio de la canal, precio promedio por kilogramo de
12 carne sin clasificación DFD y el precio promedio por kilogramo de carne DFD.

13 El cálculo de la pérdida por canal se realizó de acuerdo al siguiente procedimiento:

14 Valor total de la canal afectada sin reducción de precio (VCSR):

15 $(\text{Peso promedio/canal}) (\text{precio/Kg}) = \text{VCSR}$

16 Valor total de la canal afectada con reducción de precio (VCCR):

17 $(\text{Peso promedio/canal}) (\text{precio/Kg}) = \text{VCCR}$

18 Pérdida total por canal afectada (PTCA):

19 $\text{VCSR} - \text{VCCR} = \text{PTCA}$

20 En la determinación del impacto a nivel agregado mensual de la presencia de DFD se aplicó un
21 procedimiento de estimación de las frecuencias mínima y máxima a partir del cálculo de un intervalo
22 de confianza para proporciones (Levin y Rubin 1998) que considera el total de animales sacrificados
23 para determinar la pérdida económica mensual, de tal forma que se utilizan los límites inferior y
24 superior de confianza como valores para el cálculo los niveles mínimo y máximo de pérdida por
25 presencia de carne DFD. El procedimiento general de cálculo es el siguiente:

26 Total de animales afectados (TAA):

27 $(\text{Número de animales sacrificados/mes}) (\text{Límite de confianza}) = \text{TAA}$

28 Valor total de las canales afectadas sin reducción de precio (VTCSR):

29 $(\text{TAA}) (\text{Peso promedio/canal}) (\text{precio/Kg}) = \text{VTCSR}$

30 Valor total de las canales afectadas con reducción de precio (VTCCR):

31 $(\text{TAA}) (\text{Peso promedio/canal}) (\text{precio/Kg}) = \text{VTCCR}$

32 Pérdida total considerando el límite de confianza del intervalo (PTLC):

1 VTCSR-VTCCR= PTLC

2

3 **RESULTADOS**

4 La frecuencia de carne DFD resultó en un 47,63%. Considerando una media de peso de la canal de
5 $286 \pm 1,92$ Kg, un precio promedio por kilogramo de la canal sin DFD de 3.36 dólares, una reducción de
6 9%¹ del valor, que se traduce en 0,31 dólares menos por kilogramo de canal afectada. La pérdida total
7 por canal afectada (PTCA) fue de:

8
$$VCSR-VCCR= 961,26-872,28=88.58 \text{ dólares}$$

9 En el cálculo de la pérdida total mensual agregada a partir de la estimación por intervalo, en
10 principio se obtuvo un valor de estimación por intervalo para la frecuencia de carne DFD resultando:

11
$$IC_{0,95} = (0,425-0,527)$$

12 A partir de esta, la pérdida total considerando el límite inferior de confianza del intervalo ascendería
13 a:

14
$$VTCSR - VTCCR= 273.229 \text{ dólares}$$

15 mientras que la pérdida agregada utilizando el límite superior de confianza del intervalo construido
16 sería de:

17
$$VTCSR - VTCCR= 338.804 \text{ dólares}$$

18

19 **DISCUSION**

20 La presencia de carne con el problema DFD en bovinos a nivel mundial tiene una frecuencia muy
21 variable, (Warriss 2010) reporta que en los Estados Unidos se ubica en 4% y en otros países se ha
22 observado una frecuencia del 25% en novillos. En estudio realizado por Pérez y col (2008) en México
23 reportan una frecuencia del 30,27% durante el verano, este resultado contrasta con el 5% reportado por
24 Janloo y col (1998) en los Estados Unidos para ese mismo periodo. El considerable aumento a la
25 presencia de carne DFD observado en este estudio con un 47,63% y la pérdida asociada al problema
26 permiten ver la importancia que la carne DFD tiene desde el punto de vista económico.

27 La disminución de la calidad de una canal tiene un efecto sobre el valor de la misma (Gallo 2008) y
28 en el caso del problema de la carne DFD en canales de bovino se ha encontrado que en los Estados
29 Unidos durante 1995 el costo asociado al problema fue de 172 millones de dólares (Wulf y col 2002).

30 Según Chambers y Grandin (2001) la venta del ganado en canal de acuerdo a la calidad y peso es un
31 sistema que contribuye a mejorar la situación del animal durante el periodo de presacrificio, pues tanto

¹ Dato proporcionado por la planta de sacrificio.

el transportista como el productor reciben un incentivo económico por reducir hematomas, heridas y lesiones, lo que anticipa precauciones en el manejo y asegura condiciones de bienestar. Sin embargo, en este estudio la compra del ganado por el rastro es en pie, por lo que ni el transportista ni el productor se ven afectados económicamente si manejan inadecuadamente al ganado, la probabilidad de que se presente carne DFD es alta, lo que provoca problemas en la comercialización de la canal (Pérez y col, 2008) esto hace recomendable establecer un cambio en el sistema de pago basado en la calidad de la canal por lo que se requiere del conocimiento del valor de la pérdida económica que resulta de una menor calidad pues es la base para establecer el pago que recibiría el productor.

Janloo y col (1998) reportan que en los Estados Unidos las canales con cortes DFD reciben una clasificación de calidad inferior que se traduce en una disminución de su valor en un 30%.

De acuerdo a los resultados del estudio el valor estimado de la pérdida asociada a la presencia de carne DFD si bien es inferior al 10% del precio total de una canal, no deja de ser importante, pues se traduce en una reducción de precio por cada canal vendida de 88,58 dólares y aun cuando los ganaderos saben que la carne DFD presenta un costo que deben asumir, el desinterés por este debido al desconocimiento de su verdadero valor y de la alta probabilidad de que sus canales presenten el problema, hace que actúen como si el costo no existiera, por lo que también para ellos el efecto negativo del mal manejo de los animales enviados al rastro es ignorado.

Si el propietario de la canal tuviera conocimiento de que el problema de la carne DFD puede presentarse hasta en el 47,63% de sus canales y que la pérdida del valor podría ubicarse en los 88.58 dólares por canal, es posible suponer que en la búsqueda de la maximización de su utilidad actuaría reduciendo el costo asociado directamente a la presencia de carne DFD y con ello impactar de manera directa y positiva sobre la condiciones de manejo de los bovinos en el periodo de presacrificio.

Es importante destacar que a nivel estatal la pérdida económica que resulta de la presencia de carne DFD en las canales pudiera ser relevante, ya que si se considera un total de 36.997 toneladas de carne producidas en el estado durante los meses de mayo a junio del 2010 (SIAP 2011), un peso promedio de 286 Kg por canal y una pérdida de 88,58 dólares por canal obtenida en este estudio, el valor total de pérdida asciende a 11.459.247 dólares.

Este estudio permite concluir que la determinación del costo económico de un problema de calidad de la carne debe ser visto como una herramienta útil para involucrar a los ganaderos, transportistas y a la planta de sacrificio en la procuración de mejores condiciones físicas y psicológicas para sus animales, debido a que el conocimiento del monto de la pérdida económica en que incurren como consecuencia del maltrato animal provocará que se tomen medidas para mejorar las condiciones de

1 manejo de los animales en el proceso de presacrificio como parte de un comportamiento empresarial
2 fundamentado en la maximización de la utilidad.

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

1 **RESUMEN**

2 Con base a la asociación que existe del mal manejo de los bovinos en el periodo de presacrificio con
3 la disminución de la calidad de la carne, y que esta tiene como consecuencia un efecto económico, se
4 llevó a cabo la estimación de la pérdida económica asociada a la presencia de carne clasificada como
5 DFD (dark, firm and dry) a partir de una muestra de 352 canales procesadas durante el mes de
6 septiembre del 2009 en una planta Tipo Inspección Federal ubicada en Mexicali, Baja California,
7 México. Utilizando el pH y el color de la carne para su clasificación se estimó una frecuencia de
8 canales DFD del 47,63%. La pérdida económica asociada al problema fue estimada tanto por canal
9 individual como de forma agregada mensual considerando un sacrificio de 8.467 animales, para el caso
10 individual se estimó una pérdida por canal de 88.58 dólares mientras que la pérdida agregada para el
11 rastros fue calculada dentro de un intervalo (IC .95) de 273,229 a 338,804 dólares. La magnitud del
12 costo económico por DFD puede ser visto como un motivo para que el dueño de la canal tome acciones
13 tendientes a mejorar el manejo de sus animales en el período de presacrificio, así como en el
14 mantenimiento de los equipos e instalaciones.

15
16 *Palabras claves: impacto económico, carne DFD, rastros TIF*

1 **REFERENCIAS**

- 2 Blokhuys HJ, LJ Keeling, A Gavinelli, J Serratos. 2008. Animal welfare's impact on the food chain.
3 *Trends Food Sci & Tech* 19, S79-S87.
- 4 Chambers PG, T Grandin. 2001. Sistemas de mercadeo y pérdidas. En: Heinz G y T Srisuvan (ed).
5 *Directrices para el manejo, transporte y sacrificio humanitario del Ganado*. FAO. Oficina
6 Regional de Asia y el Pacífico. Bangkok, Tailandia, Pp 5-6.
- 7 Dantzer RP, P Morméde. 1984. *El stress en la cría intensiva del ganado*. Acribia. Zaragoza, España.
- 8 Forrest JC, ED Aberle, HB Hedrick, MD Judge, RA Merkel. 1979. *Fundamentos de ciencia de la*
9 *carne*. Acribia. Zaragoza, España.
- 10 Gallo CB. 2008. Using scientific evidence to inform public policy of the long distance transportation of
11 animals in South America. *Vet Ital* 44, 113-120.
- 12 Grandin T. 1997. Evaluación del estrés durante el manejo y transporte. *J Anim Sci* 75, 249-257.
- 13 Grandin T. 2010. Auditing animal welfare at slaughter plants. *Meat Science* 86, 56-65.
- 14 Gregory NG. 1996. Welfare and hygiene during preslaughter handling. *Meat science* 43, 35-46.
- 15 Knowles TG. 1999. A review of the road transport of cattle. *Vet Rec* 144,197-201.
- 16 Janloo SM, HG Dolezal, BA Gardner, FN Owens, J Peterson, M Moldenhauer. 1998. Characteristics of
17 dark cutting steer carcasses. Animal Sciences Research Report. Department of Animal Sciences.
18 Oklahoma State University. Pp 28-31.
- 19 Levin R I, SD Rubin. 1998. *Statistics for management*. 7th. ed. Prentice Hall, Upper Saddle River NJ,
20 USA.
- 21 Minolta. 1994. *Precise Color Communication*, Minolta Corp. Ramsey, NJ, U.S.A.
- 22 Miranda GC, L Rivero, G Chacón, S García-Belenguer, M Villarroel, GA María. 2010. Effect of the
23 pre-slaughter logistic chain on some indicators of welfare in lambs. *Livest Sci* 128, 52-59.
- 24 Perez C, F Figueroa, A Barreras. 2008. Factores de manejo asociados a carne DFD en Bovinos de
25 clima desértico. *Archivos de Zootecnia* 57, 545-547.
- 26 Savell J W, Smith GC. 2000. *Meat Science. Laboratory Manual*. 7th. ed. American Press. Boston ,
27 USA.
- 28 Scanga J A, K E Belk, J D Tatum, T Grandin, G C Smith. 1998. Factors contributing to the incidence
29 of dark cutting beef. *J. Anim. Sci.* 76:2040-2027.
- 30 Sotelo A, C Pérez, F Figueroa, A Barreras, E Sánchez. 2008. Evaluation of changes in management
31 practices on frequency of DFD meat in cattle. *J Anim Vet Adv* 7, 330-332.

1 SIAP (2011): Avance mensual de la producción pecuaria por Estado 2010. Sistema de información
2 agroalimentaria y pesquera. SAGARPA.

3 Varian H L 1992. Microeconomic analysis. 3th ed. WWW Norton Company. New York, USA.

4 Villanueva VM, AS de Aluja. 1998. El estado actual de algunas plantas de sacrificio de animales para
5 el consumo humano en México. *Vet Mex* 29, 273-278.

6 Warriss P D. 2010. *Meat Science*. 2nd ed. Cambridge University Press. Cambridge, UK.

7 Wulf DM, RS Emmett, J M Leheska, S J Moeller. 2002. Relationships among glycolytic potential, dark
8 cutting (dark, firm and dry) beef, and cooked beef palatability. *J. Anim. Sci* 80, 1895-1903.

9 Young SK, HY Seok, HS Young, KL Sung. 2003. Effect of season on color of Hanwoo (Korean native
10 cattle) beef. *Meat Sci* 63, 509-513.