

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA
DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**Sacrificio Humanitario de Ganado
bovino e inocuidad de la carne.**

**Por:
Yessika Mariel Aguilera Salas**

**Monografía
Presentado como requisito parcial para obtener el
Título de Médico Veterinario Zootecnista.**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**



**UNIDAD LAGUNA
DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

**Sacrificio Humanitario de Ganado
bovino e inocuidad de la carne.**

Torreón, Coahuila

Junio 2011

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



"Sacrificio Humanitario de Ganado bovino e inocuidad de la carne".

Por:

Yessika Mariel Aguilera Salas

Que se toma a consideración de H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título:

Médico Veterinario Zootecnista

Firma manuscrita de Rodrigo Isidro Simón Alonso.



MVZ. Rodrigo Isidro Simón Alonso
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Firma manuscrita de José de Jesús Quezada Aguirre.

M.C. José de Jesús Quezada Aguirre
Asesor Principal

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

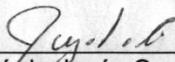


“Sacrificio Humanitario de Ganado bovino e inocuidad de la carne”.

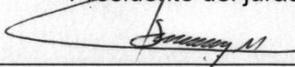
**Por:
Yessika Mariel Aguilera Salas**

Monografía Elaborada por Yessika Mariel Aguilera Salas, bajo la supervisión del comité de asesoría y aprobado como requisito para obtener el título de:

Médico Veterinario Zootecnista



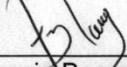
M.C. José de Jesús Quezada Aguirre
Presidente del jurado



MVZ. Rodrigo Isidro Simón Alonso
Vocal



MVZ. Cuauhtémoc Félix Zorrilla
Vocal



I.Z. Jorge Horacio Borunda Ramos
Vocal Suplente

Dedicatorias

Esta monografía se la dedico con todo mi amor y cariño principalmente a **DIOS**, que me dio la oportunidad de vivir y de **regalarme una familia maravillosa**.

Con mucho amor a mis padres **Sr. Sergio Eduardo Aguilera Valdés y Ma. Elena Salas Pérez** que me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento. Gracias por todo papa y mama por darme una carrera para mi futuro, y por creer en mi, aunque hemos vivido momentos difíciles siempre me han apoyado y me han brindado todo su amor, por todo esto les agradezco de todo corazón el que estén conmigo a mi lado.

A mi único hermano **Juan Eduardo Aguilera Salas**, que aunque lo moleste mucho y me haga renegar siempre ha estado conmigo.

A mi abuelita **Ma. Elena Pérez Casillas** que siempre me ha dado consejo.

A mis tíos:

Teófilo Salas Pérez, María Elena Ledesma Rivera que me vieron crecer y tanto a mi como a mi familia nos han apoyado momentos difíciles y siempre me dieron el buen consejo y guiaron por el buen camino.

Jaime Salas Pérez, Felipe Salas Pérez que de igual manera me vieron crecer y siempre han creído en mi.

Gabriela Aguilera Valdés y José Luis Mora porque me vieron crecer y de igual manera siempre a estado con mi familia y conmigo.

José Aguilera Valdés quien siempre ha contribuido en mis ventas y rifas, para viajes y congresos.

A mi tío Roberto Aguilera Valdés quien ya no está con nosotros pero lo llevo presente que desde muy chica me enseñó cosas, como ir al banco ir de compras, y me llevaba a la escuela cuando no podían llevarme mis papas.

Y a mi tío **Rafael Aguilera Valdés** a quien hace más de dos años le había prometido terminar mi carrera, y siempre me decía! lo que hagas es para ti!. Ya no está con nosotros, pero me hubiera dado mucho gusto que estuviera conmigo.

A mi novio MVZ. Antonio Lara Ortiz quien ha compartido conmigo 5 años de mi vida y me ha hecho muy feliz, hemos crecido juntos como personas y profesionistas, y también ha estado conmigo en las buenas y en las malas.

A todos mis profesores, que sin su enseñanza no hubiera llegado hasta esta etapa, gracias por la paciencia a pesar de mi hiperactividad. Y que no solo fue el aprendizaje de clases si no que me hicieron crecer como persona y compartimos momentos inolvidables buenos y malos.

A mis amigos quienes los tengo contados, y me apoyaron en muchas de las ocasiones.

Y por último a **todos mis perros**, en especial a mi **Brandy** quien murió por mi inexperiencia.

Y a mi actual perra **pastor alemán** a quien quiero muchísimo y se llama **Laika**.

AGRADECIMIENTOS

Principalmente un agradecimiento a **Dios** que me dio la salud y me brindo la fortaleza para emprender este paso tan importante en mi vida.

Sabiendo que no existirá una forma de agradecer una vida de sacrificio y esfuerzo, quiero que sientan que el objetivo logrado también es de ustedes y que la fuerza que me ayudo a conseguirlo fue su apoyo, **gracias papa y mama**

Sergio Eduardo Aguilera Valdés y María Elena Salas Pérez a quienes les agradezco porque son los mejores padres del mundo y sin pensarlo siempre me han brindado todo su amor los quiero mucho gracias. **A mi hermano Juan Eduardo Aguilera Salas** que siempre me solapa todas mis locuras te quiero. Agradecimiento a la **Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” UL**, que me brindo tanto **Al M.C. José de Jesús Quezada Aguirre** gracias por ser antes que maestro un gran amigo incondicional, quien a lo largo de toda mi carrera siempre estuvo ahí para la plática , el buen consejo o ya sea el regaño y una vez más en este trabajo.

Al IZ. Jorge Horacio Borunda Ramos, A MVZ. Rodrigo I. Simón Alonso, Al Ing. Héctor Manuel Estrada Flores, al Dr. Rafael Rodríguez Martínez, a Oralía Sánchez Borrego y una gran cantidad personas de la universidad que convivieron conmigo y aportaron para crecer en mi educación como persona y como profesionista.

A mi novio Antonio Lara Ortiz, y a todos mi amigos, que no terminaría de nombrarlos.

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIAS.....	I
AGRADECIMIENTOS.....	III
Índice de Contenido.....	IV
RESUMEN.....	V
PALABRASCLAVES.....	V
ABSTRACT.....	VI
KEYWORDS.....	VI
I.INTRODUCCION.....	1
1.1.OBJETIVO	2
II.REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1 PRIVACION DE ALIMENTO O AYUNO.....	3
2.2 TRANSPORTE.....	4
2.3 UTILIZACION DE METODOS DE INSENCIBILIZACION.....	4
2.4 CORRECTA INMOVILIZACION PARA EL NOQUEO.....	6
2.5 DESCRIPCION DE LOS METODOS DE INSENCIBILIZACION.....	6
2.6 DETERMINACION DE LA EFECTIVIDAD DE LA INSENCIBILIZACION..	7
2.7 NIVELES DE RENDIMIENTO PARA ASEGURAR EL BIENESTAR ANIMAL.....	8
2.8 VOCALIZACION DE GANADO BOVINO.....	8
2.9 TIEMPOS DE DESANGRADO EN BOVINOS.....	8
2.10 EFICACIA DEL DESANGRADO.....	9
2.11 Deficiencias en el desangrado e inocuidad de la carne.....	10
2.12 Presencia de sangre en carne.....	10
2.13 DAÑO A LA MEMBRANA CEREBRAL E INOCUIDAD DE LA CARNE	10
2.14 ALTERNATIVAS TECNOLOGICAS PARA SARIFICIO HUMANITARIO DE BOVINOS.....	11
III.CONCLUSIONES.....	12
IV.INDICE DE FIGURAS.....	13
V.LITERATURA CITADA.....	14

RESUMEN

En materia de bienestar animal, la insensibilización o aturdimiento es uno de estos factores que conviene cuidar durante el proceso de sacrificio; por ello , para asegurar el bienestar de los animales antes del sacrificio, se deben tener buenas prácticas de manejo previo al sacrificio, así como un buen método de insensibilización (Grandin,1999).Los animales que son transportados y manejados antes del sacrificio de manera inadecuada generan un estado fisiológico de estrés, este produce cambios hormonales muy intensas que afectan la composición química de la sangre y del tejido muscular en el animal en vivo: además afectan las características fisicoquímicas de la carne después del sacrificio (kline y Bechtel, 1990;Sackmann y col.-1989;Warris,1990) .

Por el contrario con la correcta insensibilización , el animal no sentirá dolor, quedara inconsciente instantáneamente y brindara carne de mejor calidad; así mismo , los animales saludables manejados correctamente, harán que la industria de la carne funcione con seguridad, eficiencia y rentabilidad (Bavera, 2000).

PALABRAS CLAVE

Sacrificio humanitario, insensibilización, bienestar animal, aturdimiento, Inocuidad.

ABSTRACT

In animal welfare, desensitization or numbness is one of the factors that should care during the slaughter process, hence, to ensure the welfare of animals before slaughter, must have good management practices prior to slaughter and as a good method of stunning (Grandin, 1999). The animals are transported and handled prior to slaughter improperly generate a physiological state of stress, it produces intense hormonal changes that affect the chemical composition of blood and muscle tissue in the live animal, also affect the physicochemical characteristics of the meat after slaughter (Kline and Bechtel, 1990; Sackmann and col.-1989; Warris, 1990). On the right would have the stunning, the animal will not feel pain, was knocked unconscious instantly and provide better quality meat, etc., and healthy animals properly handled, will make the meat industry running safely, efficiently and cost (Baver, 2000).

KEYWORDS

Humane slaughter cattle, stunning, animal welfare, stunning

I.INTRODUCCION

Aspectos éticos: los seres humanos, y especialmente los profesionales del área pecuaria, deben propender a evitar el sufrimiento innecesario de los animales destinados a producir carne para la alimentación humana.

Cantidad de carne producida: el transporte inadecuado, los largos tiempos de privación de alimento, así como los malos tratos durante los manejos previos al sacrificio provocan disminuciones de peso en las canales y hematomas (contusiones, lesiones) que implican recortes de trozos de la canal con las consiguientes mermas de peso.

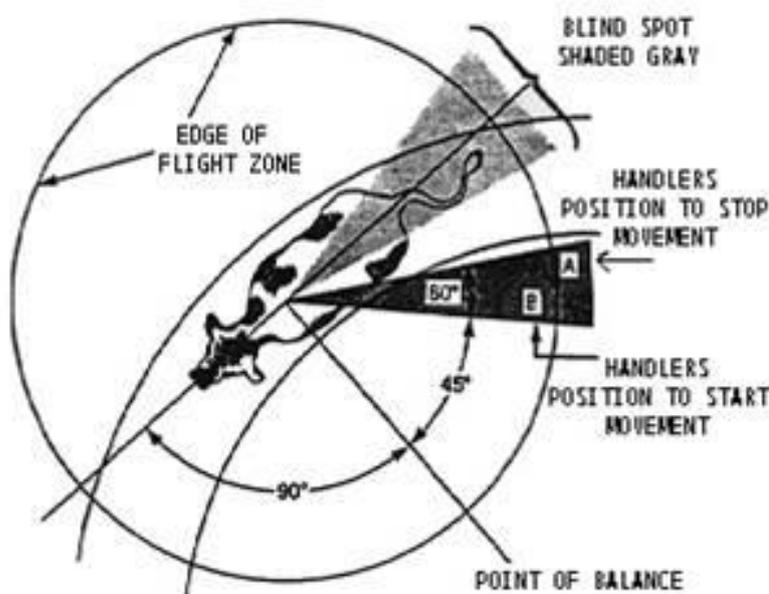
Calidad de carne producida: el manejo inadecuado en esta etapa provoca estrés en los animales; este estrés conlleva cambios de tipo metabólico y hormonal a nivel muscular en el animal vivo, que se traducen en cambios de color, pH y capacidad de retención de agua en el músculo postmortem. Como consecuencia de ello, las características de la carne cambian, tornándose menos aceptables al consumidor y acortándose la vida útil del producto.

Exigencias reglamentarias: en los últimos tiempos existe una creciente preocupación por parte de los consumidores en cuanto a que los animales deben ser producidos bajo estándares de bienestar aceptables y manejados en forma humanitaria durante el beneficio, aspectos que deben ser además registrados en un sistema de trazabilidad del producto, para poder diferenciarlos. Esto ha llevado a un aumento de las exigencias legales y reglamentarias entorno al bienestar animal.

Uno de los aspectos importantes para arrear animales es conocer la “zona segura” (Figura 1, www.grandin.com); la zona segura corresponde al espacio que el animal considera como propio a su alrededor y por tanto está íntimamente relacionado con la distancia que el arreador debe mantener con el animal; la zona segura será más pequeña si el animal es domesticado y ha tenido contacto previo con el hombre (por ejemplo una vaca lechera) y más grande mientras más salvaje y menos contacto ha tenido con los hombres (crianzas muy extensivas). Otro aspecto importante es el “punto de balance o equilibrio” (Figura 1), especialmente para hacer avanzar o retroceder a los animales en las mangas; éste es un punto que se ubica a la altura de las paletas: cuando el arreador se para frente a este punto, el animal permanece inmóvil en la manga, si el arreador avanza hacia adelante del punto de balance, el animal retrocede; en cambio si el arreador se corre hacia atrás del punto de equilibrio, el animal avanza. El bienestar de los animales durante el manejo se puede medir a través de indicadores de estrés en sangre (indicadores fisiológicos), determinando variables tales como cortisol, glucosa, hematocrito, lactato, creatinfosfoquinasa antes y después de someter a los animales a los distintos manejos (Shaw y Tume, 1992). Alvarez y col. (2002) realizaron un estudio cuyo objetivo fue determinar el efecto de dos sistemas de arreo al ingresar animales a una manga en el campo: Sistema con Menor Intensidad (estímulos auditivos y visuales de baja intensidad, sin uso de picanas) y Sistema con Mayor Intensidad (estímulos auditivos y visuales de mayor intensidad y además picana eléctrica, aplicada entre 2 y 4 veces a cada animal). Entre estos dos métodos de arreo y con la intensidad que fueron

utilizados, no se detectaron diferencias significativas en términos de glucosa, actividad de creatinfosfoquinasa, leucocitos ni hematocrito; sólo se encontró el cortisol más elevado en el sistema de arreo con menor intensidad y el lactato más elevado en el arreo mayor intensidad. Esto implica que si se usan métodos de arreo adecuados, los efectos a nivel fisiológico son pequeños. Sin embargo, los métodos y elementos usados en dicho estudio fueron menos intensos (no se usaron palos y la picana eléctrica fue restringida en número de aplicaciones, en las zonas anatómicas permitidas y con 25-30 volts) que los que se usan comercialmente (gritos, golpes con varas, picanas con mayor voltaje y aplicadas en zonas más sensibles) y que por razones éticas no se pueden reproducir en forma experimental.

Esquema que muestra los límites de la “zona segura” de un bovino (Edge of Flight Zone), el “punto de balance” (Point of Balance), el “punto ciego” (Blind Spot Shaded Gray) y las posiciones que debe tomar el operario (Handler) para iniciar el movimiento del animal (Start Movement) o detenerlo (Stop Movement).



1.1 OBJETIVO

El objetivo del sacrificio humanitario de los animales para el abasto, es el de asegurar que la carne sea obtenida en condiciones de inocuidad, observando para ello prácticas aprobadas en materia de bienestar de los animales y la reducción de riesgos innecesarios en el proceso operativo. Establecer los métodos de insensibilización y sacrificio de los animales, con el propósito de disminuir su sufrimiento, evitando al máximo la tensión y el miedo durante este evento.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 PRIVACION DE ALIMENTO O AYUNO

En todos los manejos que se realizan con los animales desde que se recolectan para enviarlos a faena y hasta el faena miento propiamente tal, éstos dejan de recibir alimento y se alteran las condiciones medioambientales habituales. Generalmente los animales se recolectan unas dos horas antes en el predio, manteniéndolos sin alimento en los corrales hasta la carga, a veces con agua otras sin (Gallo y col, 1995); muchas veces durante este período se realizan otros manejos adicionales como pesaje o marcaje; luego se procede a la carga y una vez en los vehículos de transporte, los animales continúan sin acceso a comida ni agua (ayuno); finalmente a la llegada a la planta faenadora, se mantienen en reposo en ayuno, por un mínimo de 6 horas de acuerdo a la reglamentación vigente (Chile, 1997). Al sumar todas estas horas, en el caso de Chile se llega fácilmente a 60 horas de privación de alimento (Gallo y col, 1995). El efecto que tiene la privación de alimento en bovinos, difiere según su duración (horas) y según vaya o no acompañada de transporte. Las figuras 2 y 3 muestran los resultados de un estudio realizado por Tadich y col (2003 a), en que se puede ver lo que ocurre con el nivel de VGA y glucosa sanguínea en novillos que fueron sometidos a dos tiempos de privación de alimento (3 y 16 horas), unos siendo transportados en camión y los otros mantenidos en los corrales del predio. Se observa que el transporte tiene un efecto adicional por sobre el de la privación de alimento en corrales, que refleja un mayor estrés. En cuanto al reposo posterior al transporte, en matadero, Tadich y col (manuscrito en arbitraje) señalan que el prolongar su duración (de 3 hasta 24 horas), con la finalidad de que las concentraciones de las variables sanguíneas recuperen los valores normales, no es una buena medida, ya que la recuperación lograda es escasa y no se justifica si se toma en cuenta los efectos negativos sobre la canal. Los tiempos prolongados de privación de alimento, además de afectar los indicadores sanguíneos de estrés, pueden provocar pérdidas de peso que comprometen la canal, así como también alteraciones de la calidad de la carne (Gallo y Gatica, 1995; Gallo y col, 2003 b). La figura 4 muestra los cambios de peso que ocurren en la canal bovina a mayor tiempo de ayuno en matadero, después de un transporte corto (3 hr) o largo (16 hr) y hay una tendencia a perder peso de la canal a mayor tiempo de espera, especialmente tras un transporte largo. éste es un aspecto importante de tener presente para los productores. La exposición de los animales a varias condiciones adversas a la vez, tales como falta de alimento o agua, peligro, hambre, mezcla de animales de diferente procedencia, ambiente molesto, fatiga, calor, frío, luz, restricciones de espacio y otras, condicionan en los animales un estado de estrés que puede tener efectos sobre la calidad de la carne (Forrest y col., 1979). El estrés crónico previo al faenamiento provoca consumo excesivo de glucógeno muscular, minimizando la formación de ácido láctico en el músculo postmortem e impidiendo con ello la caída natural del pH en este período (que en lugar de alcanzar un pH de 5,4-5,7, permanece por sobre 5,8).

La carne presenta una coloración oscura y un pH alto, anomalía que en el bovino se conoce como "corte oscuro" (dark cutting beef, Hood y Tarrant, 1980).

2.2 TRANSPORTE

Las operaciones de traslado de los animales desde el predio a la planta faenadora de carnes constituyen un importante eslabón que puede influir sobre el bienestar animal y la calidad de la carne.

2.3 UTILIZACION DE METODOS DE INSENSIBILIZACION

El manejo correcto del ganado es de importancia extrema para las plantas de sacrificio, por razones éticas, porque una vez que los animales llegan a los establecimientos autorizados para esas maniobras, es importante que los procedimientos de manejo sean adecuados no solamente para asegurar el bienestar animal, sino también para asegurar la calidad de la carne y la seguridad de los operarios (Grandin, 1999). 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 (Wotton, 1993); además, la insensibilización es elemental para lograr una inmovilización correcta del animal, especialmente los bovinos por su tamaño, y así facilitar el corte de los vasos sanguíneos para producir que el desangrado sea adecuado (Warriss, 1984). La conmoción cerebral en bovinos se logra usando las pistolas de perno cautivo del cráneo (Eikelenboom, 1983; Lamboy, 1983); la pistola contiene un perno o proyectil, el cual es impulsado ya sea por la detonación de un cartucho de explosivos o por aire comprimiendo, este último tipo es más frecuente, porque el perno perfora el cráneo y retorna a la pistola a través de una manga recuperadora que lo rodea (Blackmore y Delany, 1988). Cualquiera sea su tipo, la pistola de perno cautivo provoca conmoción cerebral, generalmente de tipo irreversible, por la fuerza con que el proyectil impacta el cráneo y daña el cerebro (Finnie, 1993). Una insensibilización efectiva con pistola de perno cautivo depende de la fuerza del proyectil y de que el golpe se efectuó en la parte del cráneo, porque la mejor posición es donde el cerebro está más cerca de la superficie de la cabeza y donde el cráneo es más delgado; en el bovino la posición ideal es 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 y para lograr efectividad la pistola debe sostenerse en ángulo recto en relación al cráneo (H.S.A, 1998). Idealmente se debe disparar cuando la cabeza del animal está fija y entonces se apunta en la dirección correcta (Finnie, 1997), porque en bovinos adultos es esencial que el disparo penetre el cerebro (figura 1)

Figura 1. Corte sagital del cráneo del bovino y vista frontal de la cabeza indicando el lugar correcto del disparo.

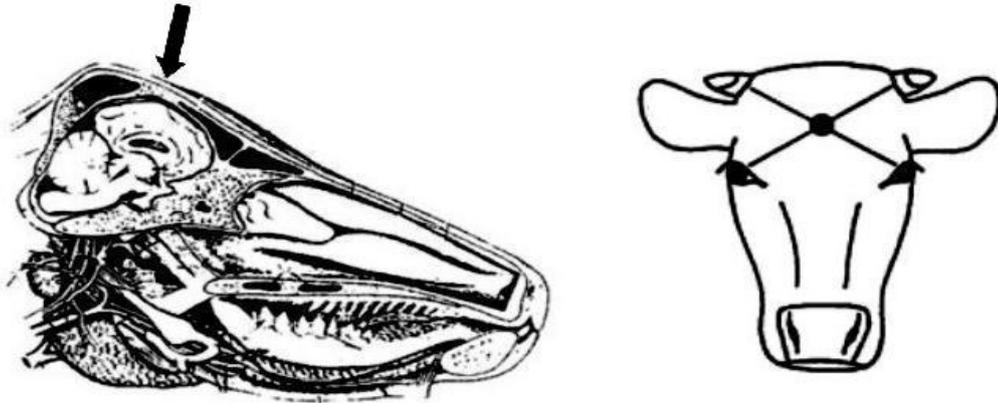


Figura 2. Corte sagital del cráneo del bovino y vista frontal de la cabeza indicando el lugar correcto del disparo.

Cuando el animal es noqueado con un proyectil con suficiente fuerza y velocidad , la destrucción del cerebro produce insensibilidad inmediata y permanente; el corazón seguirá latiendo, hasta que se debilite por la hemorragia producto del desangrado(U.F.A.W.,1978). EL perno atraviesa el cerebro a alta velocidad (100-300 m/s) con una fuerza de 50 kg/ mm², produciendo daño cerebral por efecto lacerativo del perno; este es considerado como el método mas efectivo del sacrificio humanitario de ganado bovino (Gracey y col., 1999).El noqueo produce una lesión difusa en el cerebro o causa daños por el golpe repentino; además cambia la presión intra cerebral, resultado de una deformación del cerebro, como consecuencia de la falta de coordinación motora , mientras preserva la actividad cardiaca y respiratoria (Bager y col., 1990;Leach,1985).Al examen macroscópico, en el sitio del impacto, el cráneo presenta fractura ovoide del hueso frontal, que corresponde al tamaño de la cabeza del perno cautivo (Finnie,1997) De acuerdo con (Lambooy 1983), el noqueo con mazo es un método de aturdimiento no aceptable debido a su baja eficiencia, el cual puede ser evaluado por medio de la frecuencia cardiaca, presión sanguínea, respiración, presencia de reflejos, electro-encefalograma y electro-corticografía (Bager y col.,1990; Bager y col.,1992;Lamby y col., 1981;leach,1985).La eficiencia del aturdimiento con el mazo, fue observada por Lambooy y col. (1981), solo en un 50 % de los animales sacrificados, por ejemplo, cuando el aturdimiento causaba hemorragia cerebral difusa. El uso de equipos aturdidores de funcionamiento neumático con inyección de aire, produce severos daños al cerebro, provoca una rápida inconsciencia en el animal y puede ser considerado como un efectivo método de sacrificio en ganado bovino (Roça, 1999); la experiencia práctica en las plantas de sacrificio indican que si el ganado es correctamente aturdido con un instrumento de penetración de perno cautivo, el daño al cerebro es irreversible y el animal no recupera la conciencia (Grandin, 2006).

En la mayoría de los países desarrollados, y en muchos en vías de desarrollo, cuentan con leyes que exigen el aturdimiento anterior al sacrificio, con la

excepción del sacrificio ritual autorizado como Kosher y Halal; en algunas circunstancias, el sacrificio tradicional puede estar exento de un aturdimiento anterior al sacrificio, pero sea cual fuere el método de aturdimiento, el animal debe estar insensible por un tiempo suficiente y así que el desangrado ocasione una muerte rápida por anoxia cerebral (Gracey, 1989).

2.4 CORRECTA INMOVILIZACION PARA EL NOQUEO

Es importante la inmovilización en los animales que son destinados al sacrificio; este debe de ser de la manera mas apropiada antes de la insensibilización, por esta razón el cajón de aturdimiento es el método más común para inmovilizar al ganado. El cajón debe ser lo suficientemente angosto para evitar que el animal de la vuelta, lo cual dificultaría su aturdimiento, además, el piso de la caja debe ser antideslizante (Grandin, 1991).

2.5 DESCRIPCION DE LOS METODOS DE INSENCIBILIZACION

En los rumiantes se puede inducir la suficiente inmovilidad mediante la insensibilización lograda por medios mecánicos para favorecer el desangrado. El aturdimiento mecánico puede ser de tipo no penetrativo y penetrativo; el primero se refiere a la utilización de un dispositivo tipo cabeza de hongo, el cual impacta con el cráneo pero no ingresa al cerebro y causa el aturdimiento sólo debido a la fuerza del impacto (Ramantanis y col., 2005), en tanto que el aturridor de penetración, consiste en una pistola que dispara un cartucho de fogeo, empujando un pequeño perno metálico por el cañón. El perno penetra el cráneo, produciendo una conmoción, al lesionar el cerebro o incrementar la presión intracraneal, al causar un hematoma. La pistola de perno cautivo es probablemente el instrumento de aturdimiento más versátil, ya que es apropiado para el ganado vacuno, porcino, ovino y caprino, como también para caballos y camellos. Se puede utilizar en cualquier parte del mundo, aunque para cerdos y ovinos es preferible el aturdimiento eléctrico (Chambers y Grandin, 2001). Para que se produzca un estado de inconsciencia instantáneo, el perno o proyectil debe penetrar el cerebro con un impacto que produzca una conmoción aguda. Algunas plantas de sacrificio que aprovechan los sesos colocan la pistola en el hueco de la nuca, atrás de la base de los cuernos. Una de las causas de deficiencia en las pistolas de perno retráctil es la falla debido al mantenimiento del equipo (Gracey, 1989)

Otro de los métodos, aunque menos utilizado es el aturdimiento eléctrico en bovinos, que a diferencia de los porcinos y ovinos, en ganado bovino requiere de la aplicación en dos etapas. Debido al gran tamaño de los animales, se debe aplicar un primer choque a través de la cabeza para dejarlo insensible, y un segundo choque de la cabeza al cuerpo para producir el paro cardíaco (Gregory, 1994). Una sola descarga de 400 voltios y 1,5 amp, pasada del cuello al pecho, no alcanza para inducir cambios de tipo epileptiforme en el cerebro (Cook y col. 1991). Para asegurar que los electrodos mantengan contacto firme con la cabeza del bovino durante el choque, ésta deberá ser inmovilizada mediante un aparato mecánico.

2.6 DETERMINACION DE LA EFECTIVIDAD DE LA INSENSIBILIZACION

En animales que han sido noqueados por medio de una pistola de perno cautivo, pueden ocurrir movimientos de las patas, pero estos no indican falla en el aturdimiento, por lo que la atención debe centrarse en la cabeza, que debe permanecer flácida porque esto es indicador de una buena insensibilización; los espasmos pudieran causar arqueo del cuello pero este debe estar relajado y la cabeza debe desplomarse en 20 segundos; son indicadores significativos el reflejo de los ojos y el arqueo del cuello (Grandin, 2004). Otros indicadores de insensibilización efectiva a determinar cuando el animal esté izado sobre el riel de desangrado, orientan a observar a la cabeza, la cual debe colgar derecha hacia abajo, así mismo, la espalda debe estar recta; el animal no debe presentar ningún reflejo que haga que su espalda se arquee y enderece; por el contrario, cuando el animal esta parcialmente sensible, éste intentará levantar la cabeza aunque esté rígida o tesa. Gallo y Cartes (2000), encontraron en tres plantas de sacrificio, en las que se usaba cajón de noqueo sin sistema para inmovilizar la cabeza, que sólo un 83.6 % de los bovinos caía al primer disparo. En cuanto a la presencia de signos indicadores de sensibilidad, se observó en 82.5 % de los bovinos la respiración rítmica; en 19.8 % de los animales se observaron intentos de incorporarse; en 30.7 % hubo movimientos oculares y en 20.4 % reflejo corneal; así como un 45 % de los animales se registraron vocalizaciones y un 31 % mostró intentos de levantar la cabeza al ser colgados en el riel de desangrado. Por otra parte, si se toma como base la pauta señalada por Grandin (1998), quien indica que el mínimo aceptable de bovinos que debe caer al primer disparo es de 95 %, se deberían tomar acciones inmediatas para lograr mejoras. Signos como respiración rítmica, vocalización mientras cuelgan del riel de desangrado, reflejos oculares en respuesta al tacto, pestañeo y reflejo de enderezamiento de lomo arqueado, son indicadores de una posible recuperación de la sensibilidad, por lo tanto, se deberá aplicar inmediatamente un disparo de perno retráctil a los animales que presenten una o más de las observaciones anteriores (Grandin, 1994; Gregory, 1988); los movimientos de la boca son signos de la agonía cerebral y no deberán ser tomados en cuenta (Gregory, 1988). La planta de sacrificio, deberá tener cero tolerancia para el colgado en el riel de desangrado de animales despiertos, sin haberlos insensibilizado o en posición invertida. Métodos de inmovilización como puntilla, fractura de miembros o corte de tendones y realizar la sangría una vez que se haya recuperado la sensibilidad del animal, son procedimientos que no se deben realizar bajo ninguna circunstancia en el sacrificio de bovinos (Gallo, 2005).

Buenas prácticas de trabajo para el manejo e insensibilización de animales

El uso de los métodos de insensibilización apropiados para cada especie y su aplicación en forma correcta evitan el sufrimiento innecesario, ello implica la capacitación de los operarios, además de evitar que el tiempo entre aturdimiento y desangrado sea prolongado; esto incluye el mantenimiento adecuado de los equipos de insensibilización y su funcionamiento, para asegurar que el noqueo sea eficaz y que no haya signos de conciencia (Gallo, 2005). Un estudio conducido por Grandin (1999), indicó que la causa más frecuente de baja eficacia en la insensibilización mediante el perno retráctil, se debió al mal mantenimiento de la pistola; como parte de estas actividades, esta debe limpiarse y mantenerse en condiciones de operación de acuerdo con las

especificaciones de fábrica, para lograr el máximo poder de impacto e impedir que se dispare sola o que no tenga fuerza suficiente, por ello es recomendable que cada planta elabore un sistema verificable de mantenimiento para sus equipos de insensibilización de perno retráctil (Grandin, 1996).

Otra causa importante de fallas en el primer disparo es el mal diseño ergonómico de los equipos de aire comprimido, que son muy voluminosos; a veces, se puede mejorar la ergonomía mediante el uso de una manija con extensión y de buenos contrapesos; por ello los métodos desagradables de insensibilización que hagan que el 3 % o más de los animales vocalicen, no deberán ser usados como sustituto de mejoras ergonómicas en la pistola. Un indicador de insensibilización es el porcentaje de bovinos que debieron recibir más de un disparo del insensibilizador de perno retráctil; otro es el porcentaje de animales con sensibilidad total o parcial en el área de desangrado, y uno más es el porcentaje de bovinos que vocalizaron en el área de conducción al cajón de insensibilización o en el cajón de insensibilización. Para obtener resultados significativos se recomienda medir al menos 100 animales en plantas donde el número de sacrificio es grande (Grandin, 1999)

2.7 NIVELES DE RENDIMIENTO PARA ASEGURAR EL BIENESTAR ANIMAL

Efectividad de la insensibilización. Se considera una insensibilización excelente a aquella que permita que el 99 al 100 % de los animales sean insensibilizados instantáneamente, aceptable a la insensibilización instantánea del 95 al 98 % de los animales sacrificados, como no aceptable a la que obtenga sólo un 90 a 94 % y se clasifica como problema grave cuando menos de 90 % de los animales son insensibilizados instantáneamente, todas con un solo disparo de la pistola de perno retráctil; sin embargo, si la eficacia del primer disparo cae por debajo del 95 %, se deben tomar medidas inmediatas para mejorar el porcentaje. Un factor que puede ocasionar fallas en los disparos de perno retráctil y modificar los niveles de rendimiento, es la sobrecarga laboral o la fatiga del operario, por ello la medición al final de cada turno de trabajo permitirá detectar este problema; en plantas donde el volumen de sacrificio es muy grande, será necesario trabajar con dos operadores de la pistola, o bien rotarlos frecuentemente (Grandin, 1999).

2.8 VOCALIZACION DE GANADO BOVINO

La vocalización es un indicador de malestar animal. La cantidad de veces que el animal vocaliza en la zona de la manga de insensibilización, sometidos a un manejo deliberadamente estresante, tiene una relación directa con sus niveles de cortisol en la sangre (Grandin y Smith, 1994).

2.9 TIEMPOS DE DESANGRADO EN BOVINOS

Una de las etapas más críticas en el proceso de sacrificio de bovinos es el tiempo de desangrado, ya que no se deberá iniciar ninguna operación en un animal que muestre signos de sensibilidad, además de que no debe demorarse más de 15 segundos entre la insensibilización y el sacrificio, con una tolerancia máxima de 30 segundos; bajo ninguna circunstancia, deberá admitirse el cortar las astas, descuerar la cabeza o las patas delanteras, o realizar otra operación y no se estimulará eléctricamente, hasta que transcurran seis minutos de

efectuado el degüello (NOM-033-ZOO-1995); para llevar a cabo esta actividad, es necesario utilizar dos cuchillos, uno para cortar el cuero por la línea media inferior del cuello y un segundo para cortar los vasos sanguíneos en la entrada del pecho.

Al respecto, existen dos métodos principales de desangrado: uno consiste en la sección bilateral de las arterias carótidas y venas yugulares por medio de un corte a través de la región de la garganta, por atrás de la laringe, como se practica en el sacrificio ritual; y otro mediante la incisión de la gotera o surco yugular en la base del cuello dirigiendo, el cuchillo hacia la entrada del pecho, a fin de seccionar el tronco braquiocefálico y la vena cava anterior.

Después del degüello y para facilitar el tiempo de desangrado, se deberán observar dos condiciones importantes, la primera consiste en que el animal deberá permanecer en el riel de desangrado seis minutos, y la segunda se refiere a la separación entre reses de 1.5 m una de otra. La ventaja de contar con un riel de desangrado es que permite la recolecta centralizada de sangre y acelera el ritmo de trabajo, permitiendo que los animales sean retirados en rápida sucesión una vez completo el desangrado.

2.10 EFICACIA DEL DESANGRADO

La eficacia del desangrado puede ser definida como el volumen de sangre residual o sangre retenida en los músculos después del sacrificio, y tiene una importancia considerable en la capacidad de conservación de las canales en el cuarto de refrigeración, o bien para garantizar la vida de anaquel de la carne, exhibida al público; por esta razón, cualquiera que sea el método de degüello utilizado, se precisa un tiempo, no superior a seis minutos (Roça, 2002). Aunque no hay una metodología propiamente definida para determinar la eficacia del desangrado en una planta de sacrificio, este procedimiento se debe monitorear y con base en los valores mostrados en la Tabla 1 donde se presenta la relación entre el tiempo de desangrado y el porcentaje de sangre obtenida, establecer si la operación se ajusta a valores establecidos como estándar; para el efecto, es recomendable que la mayor cantidad de sangre obtenida, se logre en los primeros 120 segundos posteriores al degüello. Aunque de acuerdo a lo establecido por H.S.A. (1998), el tiempo de desangrado debe ser lo más rápido posible, esto es, antes de un minuto para así evitar un posible retorno a la sensibilidad, lograr la muerte rápida del animal por pérdida de sangre y minimizar la presencia de defectos en las canales, que son consecuencia del aumento de la presión sanguínea como respuesta a los procesos de insensibilización.

Aunque hay una gran variación individual del contenido de hemoglobina Roça (2002) propone utilizar la relación existente entre el nivel de hemoglobina de la sangre y la hemoglobina residual del músculo. Sin embargo, para lograr buenos indicadores, es determinante la capacitación del personal, tal como lo demuestra un estudio conducido por Gallo y col. (2003), quienes condujeron un estudio, donde antes de la capacitación del personal, solo 28.2 % de los bovinos era sangrado después de dos minutos, y al capacitarlos, el 99.8 % de los animales fue sangrado antes de dos minutos.

2.11 Deficiencias en el desangrado e inocuidad de la carne

Posibles causas de desangrado incompleto.

Una de las posibles condiciones que afectan la inocuidad de la carne, es la alteración en los tejidos musculares debido a fallas en el desangrado, influido a su vez por los cambios antemortem, como la deshidratación y el catabolismo tisular, que determinan el grado de degradación muscular y su consecuente pérdida de calidad, lo cual se agudiza en situaciones de estrés, que se asocia a pérdidas en el peso de las canales y reducción del glucógeno intramuscular y de la grasa intermuscular. (Lawrie, 1998). Por lo anterior, debe reducirse el tiempo que transcurre entre la insensibilización y el desangrado para aprovechar al máximo el efecto del aturdimiento, y al mismo tiempo, evitar que las hormonas liberadas por el estrés se distribuyan por todo el cuerpo mediante la circulación, afectando la calidad de la carne (Rosmini, 2006).

2.12 Presencia de sangre en carne

Desde la adopción del procedimiento de la insensibilización eléctrica ha aumentado la incidencia de la salpicadura en los músculos; esta incidencia no quiere decir que el desangrado haya sido incompleto, sino que en el animal estresado se produce vasodilatación de los vasos sanguíneos del músculo esquelético y puede incrementar la actividad fibrinolítica de la sangre retenida. Estos efectos, sobre todo si se combinan con el aturdimiento eléctrico, quizás puedan explicar la mayor incidencia de salpicadura de la sangre señalada en los animales excitables. Por lo que el desangrado debe efectuarse lo antes posible después del aturdimiento independiente del método de insensibilización utilizado (Lawrie, 1998).

2.13 DAÑO A LA MEMBRANA CEREBRAL E INOCUIDAD DE LA CARNE

El uso de aturdidores de perno cautivo (neumático o de fulminante) causa lesiones en el sistema nervioso central, diseminándolo por todo el organismo. Schmidt y col. (1999a, 1999b), encontraron tejido cerebral en el ventrículo derecho en el 33 % de los animales sacrificados con aturdidores neumáticos con inyección de aire, en 12 % de los animales sacrificados con aturdidores neumáticos sin inyección de aire, y el 1 % de estos, sacrificados con aturdidores de perno cautivo. Al respecto Grandin (2006), ha demostrado que el uso de aturdidores que inyectan aire dentro del cerebro, aumenta la cantidad de tejido cerebral que puede ser expandido y señala que aún cuando el equipo de inyección de aire haya sido removido, pequeñas cantidades de tejido cerebral pueden ingresar al organismo y contaminar el equipo de la planta de sacrificio. Luecker y col. (2002), señalan que las tecnologías de sacrificio se consideran de riesgo potencial para la salud, debido a la diseminación de agentes infecciosos como el de la encefalopatía espongiforme bovina (BSE, por sus siglas en inglés). En este sentido, los riesgos particulares de este agente, han sido asociados con elementos del sistema nervioso de los bovinos, los cuales se encuentran estrechamente ligados a tejidos de riesgo como el cerebro y la médula espinal, y provocar la contaminación potencial de operarios, canales y el ambiente de los establecimientos durante el sacrificio de animales infectados con BSE (Prendergast y col., 2003). Al respecto, Anil y col.

(2002), afirman que son necesarias investigaciones más detalladas para determinar si la circulación arterial sistémica puede ser alcanzada por esta contaminación e introducir a porciones comestibles de la canal, fracciones de piel, pelo y hueso, que puedan ser transportadas por la vascularización que hay con el cerebro, en un evento posterior al aturdimiento y que están relacionados con la trayectoria y profundidad del perno de penetración, debido a que el corazón continua bombeando durante algunos minutos después del aturdimiento (Anil y col., 1999), lo cual puede ser un riesgo durante el cual las partículas del cerebro pueden ser transferidas vía flujo sanguíneo arterial a la circulación menor.

2.14 ALTERNATIVAS TECNOLOGICAS PARA SARIFICIO HUMANITARIO DE BOVINOS

En los aspectos a considerar al decidir por un método de aturdimiento sin afectar el nivel de bienestar de los animales, primero se encuentra la efectividad y la subsecuente duración de la insensibilidad producida por el aturdimiento, y un segundo aspecto esta relacionado con la variación en los tiempos de perdida de la sensibilidad enseguida del noqueo (Anil y col. 1995). La entrada del perno dentro de la cavidad craneana, daña el tejido cerebral provocando desangramiento y en algunos casos, emerge el tejido cerebral del hueco hecho por el perno (Ramantatis y col., 2005); al ocurrir daño cerebral, partículas del cerebro son diseminadas en la sangre, tejido y órganos susceptibles de ser contaminados con MER, de acuerdo al siguiente orden decreciente: sangre, arterias pulmonares, pulmones, y aurícula y ventrículo derecho del corazón. Ramantatis (2004^a) establece que el nivel de riesgo varia de acuerdo con el equipo específico utilizado, la velocidad y profundidad de penetración del émbolo, la cantidad de materia cerebral dañada, la localización del área de impacto, la repetición del aturdimiento, entre otras. Bajo estas consideraciones, los métodos de aturdimiento que han sido propuestos en orden a la disminución de riesgos de contaminación con MRE son: 1) aturdidor neumático con inyección de aire; 2) aturdidor neumático con inyección de aire; 3) aturdidor de perno cautivo con lesión en médula; 4) aturdidor de perno cautivo sin lesión en médula; sin embargo, el procedimiento que asegure la ausencia de riesgos puede ser esperado con el uso de aturdidor no penetrativo y con la electro-narcosis (Ramantatis, 2004b).

Ante tal situación y como medida preventiva para evitar o disminuir la diseminación de MRE, se ha propuesto el uso de métodos de aturdimiento no penetrativos tales como los protocolos de noqueo irreversible basados en la aplicación de corriente eléctrica, el aturdimiento eléctrico reversible, el sacrificio sin noqueo (Halal y Kosher) y método de conmoción cerebral, basados en las recomendaciones de la Convención Europea sobre Protección Animal.

III.CONCLUSIONES

La efectividad de aturdimiento y el tiempo de desangrado en ganado bovino en las plantas de sacrificio, depende de las características del equipo, de las técnicas de trabajo, de la habilidad de los operarios, así como de las buenas prácticas de trabajo. El uso de aturdidores mecánicos, puede representar un riesgo para la inocuidad de la carne por la posibilidad de introducir material contaminante por medio del sistema vascular; sin embargo, también influye de manera negativa la demora en el tiempo de desangrado en la inocuidad del producto, al alterar la vida de anaquel. El uso de métodos alternativos de aturdimiento puede contribuir a la reducción del potencial de contaminación con materiales de riesgo específico a canales, instalaciones y operarios en las plantas de sacrificio de bovinos, sin perder de vista los aspectos relacionados al bienestar animal.

IV.INDICE DE FIGURAS

el “punto de balance o equilibrio” (Figura 1).....12

Figura 2.

Corte sagital del cráneo del bovino y vista frontal de la cabeza indicando el
lugar correcto del
disparo.....15

V.LITERATURA CITADA

- ANIL, M. H., S. LOVE, S. WILLIAMS, A. SHAND, J. L. McKINSTRY, C. R. HELPS, A. WATERMAN-PEARSON, J. SEGHATCHIAN, D. A. HARBOUR (1999). Potential contamination of beef carcasses with brain tissue at slaughter. *Veterinary Record*.145:460–462.
- ANIL, M.H., J.L. McKINSTRY, S.B. WOTTON, N.G. GREGORY. (1995). Welfare in calves. 1. Investigation into some aspects of calf slaughter. *Meat Science* 41:101-112.
- BAGER, F., F.D. SHAW, F.D., A TAVENER (1990). Comparison of EEG and ECoG for detecting cerebrocortical activity during slaughter calves. *Meat Science*. 27:211-225.
- BAGER, F., T.J. BRAGGINS, C.E. DEVINE (1992). Onset of insensibility at slaughter in calves: effects of electropletic seizure and exsanguination on spontaneous electrocortical activity and indices of cerebral metabolism. *Research Veterinary Science*. 52:162-173.
- BAVERA, G.A. (2000). Curso de Producción Bovina de Carne, cap. VII. FAV UNRC.
- BLACKMORE, D. M. DELANY (1988). Slaughter of stock. Chapter 8 in Percussive stunning. *Veterinary Continuing Education*, Massey University, Palmerston North, New Zealand. pp. 55-71.
- COOK, CJ, C.E. DEVINE, K.V. GILBERT, A. TAVENER, A.M. DAY. (1991). Electroencephalograms and electrocardiograms in young bulls following upper cervical vertebrae-to-brisket stunning. *New Zealand Veterinary J*. 39:121-125.
- CHAMBERS, P.G. T. GRANDIN. (2001). Directrices para el manejo, transporte y sacrificio humanitario de ganado. Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for Asia and the Pacific. Bangkok, Tailandia. pp. 65.
- EIKELNBOOM, G. (1983). Some aspects of captive bolt pistol stunning in ruminants. *Stunning of animals for slaughter*. Martinus Nijhof Publishers, pp. 138-145.
- FINNIE, J. (1993). Brain damage caused by a captive bolt pistol. *Journal of Comparative Pathology*. 109: 253-258.
- FINNIE, J. (1997). Traumatic head injury in ruminant livestock. *Australian Veterinary Journal*. 75: 204-208.
- FORREST, J.C., E.D. ABERLE, H.B. HEDRICK, M.D. JUDGE, R.A. MERKEL. (1975). Conversión del musculo en carne, Capitulo 6 en *Fundamentos de ciencia de la carne*. Editorial Acribia, Zaragoza, España. pp. 125-134.
- GALLO, C., M. CARTES (2000). Insensibilización en bovinos: evaluación de la eficacia en el uso de la pistola de proyectil retenido en tres plantas de la X Región. XII Congreso de Medicina Veterinaria. U. de Chile, 24-27 de octubre Santiago, Chile.

- GALLO C. (2005). Guía técnica de buenas practicas en bienestar animal para el manejo de bovinos en predios, ferias, medios de transporte y plantas faenadoras. Comisión Nacional de Buenas Prácticas Agrícolas. Universidad Austral de Chile.
- GALLO, C., C. TEUBER, M. CARTES, H. URIBE, T. GRANDIN. (2003). Mejoras en la insensibilización de bovinos con pistola neumática de proyectil retenido tras cambios en el equipamiento y capacitación del personal. Archivos de Medicina Veterinaria. 35:159-170.
- GRACEY J. F. (1989). Sacrificio humanitario, Capitulo 3 en Higiene de la Carne. Octava edición. Interamericana McGrawHill. España. pp. 127-152.
- GRACEY, J.F., D.S. COLLINS, R.J. HUEY (1999). Humane Slaughter. Capitulo 8 En: Meat hygiene. 10 th Edition. London. Baillière Tindall. pp.197-222.
- GRANDIN, T. G.C. SMITH. (1994). Animal welfare and humane slaughter. Actualized Noviembre de 2004. Disponible en: <http://www.grandin.com/references/humane.slaughter.html>. Fecha de acceso: 5 de Marzo de 2008.
- GRANDIN, T. (1991). Recomendaciones para el manejo de animales en las plantas de faena. American Meat Institute. Disponible en www.grandin.com/spanish/Recomedaciones.html. Fecha de acceso: 9 de agosto de 2008.
- GRANDIN, T. (1994). Guías recomendadas para el manejo de animales para empacadores de carne. American Meat Institute, pp. 1-22.
- GRANDIN, T. (1996). El bienestar animal en las plantas de faena. XXIX Conferencia Anual de la Asociación Norteamericana de Profesionales de Bovino. American Association of Bovine Practitioners. Pag.22-26.
- GRANDIN, T. (1998). Objective scoring of animal holding and stunning practices at slaughter plants. Journal of the American Veterinary Medical Association. 212: 36-39.
- GRANDIN, T. (1999). Buenas prácticas de trabajo para el manejo e insensibilización de animales. Actualizado el 1 de Julio de 1999. Disponible en www.grandin.com. Fecha de acceso: 2 de Marzo de 2008.
- GRANDIN, T. (2004). Elementos de manejo y transporte. En: Agustín Orihuela Trujillo (Ed). Etología aplicada. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. México. pp. 311-331.
- GRANDIN, T. (2006). Recommended Captive Bolt Stunning Techniques for Cattle. Actualized Febraury, 2008. Disponible en www.grandin.com. Fecha de acceso: 2 de marzo de 2008.
- GREGORY, N. (1994). Preslaughter handling, stunning and slaughter. Meat Science. 36: 45-56.
- GREGORY, N. G. (1988). Humane slaughter. Procedings of the 34th International Congress of Meat Science and Technology, CSIRO, Brinbane, Australia.
- HUMANE SLAUGHTER ASSOCIATION (H.S.A.). (1998). Captive Bolt Stunning of Livestock. 2nd edition, pp. 2-16.
- KLINE, K. H., P. J. BECHTEL (1990). Effects of postmortem time and electrical stimulation on histochemical muscle fiber staining and pH in their middle gluteus muscle from beef cattle. Journal of Food Quality. 13:447-452.
- LAMBOOY, E., W. SPANJAARD, G. EIKELBOOM (1981). Concussion stunning of veal calves. Fleischwirtschaft. 61:98-100.

- LAMBOOY, E. (1983). Some aspects of captive bolt stunning in ruminants. *Stunning of animals for slaughter*. Ed: Martinus Nijhof, pp. 51-69.
- LAWRIE, R. A. (1974). Conversión del músculo en carne, Capítulo 5 en *Ciencia de la carne*. Segunda edición. Editorial. Acribia. Zaragoza, España. pp. 150-179.
- LAWRIE, R. A. (1998). The conversion of muscle to meat, Capítulo 5 en *Lawrie's Meat Science*. Cambridge Woodhead Publishing Ltd. pp. 96-118.
- LEACH, T.M. (1985). Pre-slaughter stunning. In: LAWRIE, R., ed. *Developments in meat science - 3*. London: Elsevier Appl. Sci. Publ., pp. 51-87.
- LUECKER, E. B. SCHLOTTERMUELLER, A. MARTIN (2002). Studies of contamination of beef with tissues from the central nervous system (CNS) as pertaining to slaughter technology and human BSE exposure risk. *Berl Munch Tierarztl Wochenscher*, 115:118-121.
- NOM-033-ZOO-1995. Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México, D.F.
- PRENDERGAST, D., J. SHERIDAN, D. DALY, D. MCDOWELL, I. BLAIR. (2003). Dissemination of central nervous system tissue from the brain and spinal cord of cattle after captive bolt stunning and carcass splitting. *Meat Science*. 65:1201-1209.
- RAMANTANIS, S.B., M. HADZIOSMANOVIC, D. STUBICAN. (2005). Preventive measure against possible BSE-hazard: Irreversible electrical cattle stunning – a review. *Veterinarski Archiv*. 75:83-100.
- RAMANTANIS, S.B. (2004a). Cattle slaughtering and BSE risks Part I: Potential dissemination of CNS tissue during slaughtering. *Veterinary Bulletin* 74:1N-13N
- RAMANTANIS, S.B. (2004b). Cattle slaughtering and BSE risks Part II: Alternative and/or additional means of preventing and/on minimizing the dispersal CNS material during slaughter. *Veterinary Bulletin* 74:15N-26N.
- ROÇA, R.O. (1999). Abate humanitário: o ritual kasher e os métodos de insensibilização de bovinos. Botucatu: FCA/UNESP. 232p. Tese (Livredocência em Tecnologia dos Produtos de Origen Animal) - Universidade Estadual Paulista.
- ROÇA, R.O. (2002). Humane slaughter of bovine. First Virtual Globe Conference on Organic Beef Cattle Production. Septiembre 2 a Octubre 15. Embrapa Pantanal. Columba, Brazil; University of Contestado, Concordia, Brazil. 14 p.
- ROSMINI, M.R. (2006). Métodos de insensibilización y matanza. Capítulo 3 en *Ciencia y tecnología de carnes*, Hui, Y. H., Guerrero, I., Rosmini, M. R. (Editores). Primera edición. Editorial Limusa. México. pp. 43-85.
- ROSMINI, M.R., M.L. SIGNORINI. (2006). Manejo Antemortem. Capítulo 2 en *Ciencia y tecnología de carnes*, Hui, Y. H., Guerrero, I., Rosmini, M. R. (Editores). Primera edición. Editorial Limusa. México. pp. 17-42.
- SACKMANN, G., F. A. STOLLE, G. REUTER (1989). Influencia de los diferentes tiempos de descanso previo al sacrificio sobre la calidad de la carne de cerdos con una evaluación de las características clínicas. *Fleischwirtsch, Español*. 1:3-12.
- SCHMIDT, G.R., K. L. HOSSNER, R.S. YEMM (1999a). An enzyme-linked immunosorbent assay for glial fibrillary acidic protein as an indicator of the

- presence of brain or spinal cord in meat. *Journal of Food Protection*. 62:394-397.
- SCHMIDT, G. R., K. L. HOSSNER, R. S. YEMM, D. H. GOULD (1999b). Potential for disruption of central nervous system tissue in beef cattle by different types of captive bolt stunners. *Journal of Food Protection*. 62:390–393.
- UNIVERSITIES FEDERATION FOR ANIMAL WELFARE (U.F.A.W.). (1978). *Humane Killing of Animals*. Edited por: The Universities Federation for Animal Welfare. 8 Hamilton Close South Mimms, Potters Bar, Herts, England. Pp: 4-7
- WARRIS, P. D. (1984). Exsanguination of animals at slaughter and the residual blood content of meat. *Veterinary Record*. 115: 292-295.
- WARRIS, P. D. (1990). The handling of cattle preslaughter and its effects on carcass and meat quality. *Applied Animal Behavior Science*. 28:171-186.
- WOTTON, S. (1993). *Stunning*. Animal Welfare Officer Training Course. University of Bristol, England, pp. 14-15.