



# Nacameh

Vocablo náhuatl para “carnes”

Volumen 2, Número 2, Diciembre 2008

Difusión vía Red de Computo semestral sobre Avances  
en Ciencia y Tecnología de la Carne

Derechos Reservados<sup>©</sup> MMVIII

ISSN: 2007-0373

<http://cbs.izt.uam.mx/nacameh/>



Nueva URL: <http://cbs.izt.uam.mx/nacameh/>

ISSN: 2007-0373

*NACAMEH Vol. 2, No. 2, pp. 106-123, 2008*

## **Sacrificio humanitario de ganado bovino e inocuidad de la carne**

Francisco Gerardo Ríos Rincón<sup>✉</sup> y Dalia Cristina Acosta Sánchez

*Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Sinaloa. Km 3.5 Salida Sur, 1.0 Km., Culiacán., Sinaloa, México.* <sup>✉</sup>*Autor para correspondencia: fgrios@uas.uasnet.mx.*

### **Resumen**

La finalidad de las plantas procesadoras de ganado para el abasto, es producir carne de manera higiénica, mediante el manejo adecuado al tipo de los animales, así como con el empleo de técnicas avanzadas para el sacrificio y la preparación de canales, por medio de una división estricta de operaciones dentro del rastro, tomando como referencia que 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. Para ello se han generado modelos específicos para los diferentes rubros y productos involucrados en la cadena productiva de la carne de bovino, adicionales a los que los productores de ganado estén aplicando en las unidades de producción pecuaria, y contribuir a la inocuidad de los alimentos para el consumidor final. Sin embargo, lo anterior no puede ser posible sin el compromiso y la responsabilidad que los diferentes actores participantes de la cadena productiva tengan hacia la inocuidad de los alimentos que producen y en la aplicación de los elementos normativos desarrollados por la autoridad competente, para mejorar la competitividad de los productos y empresas de la industria de la carne.

### **Introducción**

Para obtener una mejor calidad de la carne de res, es de observancia obligatoria la verificación de las operaciones durante la preparación de canales con base en los elementos normativos desarrollados por los organismos oficiales internos, que incluyen las normas técnicas para la

inspección de productos, así como, en su caso, los requerimientos para la exportación de carne y productos cárnicos; sin embargo, existen otros factores de gran importancia que también contribuyen a mejorar la calidad de la carne durante el proceso de sacrificio humanitario de bovinos (Bavera, 2000).

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 intensos 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, quedará inconsciente instantáneamente y brindará 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). De acuerdo con lo anterior, el objetivo del presente trabajo es revisar diferentes aspectos que contribuyen a mejorar las operaciones de sacrificio en los establecimientos autorizados para el procesamiento de animales para consumo humano en relación con la calidad de la carne.

### **Utilización de métodos de insensibilización**

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 estas 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 (Warris, 1984). La conmoción cerebral en

bovinos se logra usando las pistolas de perno cautivo con penetración del cráneo (Eikelenboom, 1983; Lambooy, 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 comprimido, 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 efectúe en la parte correcta 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 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 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 este 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).

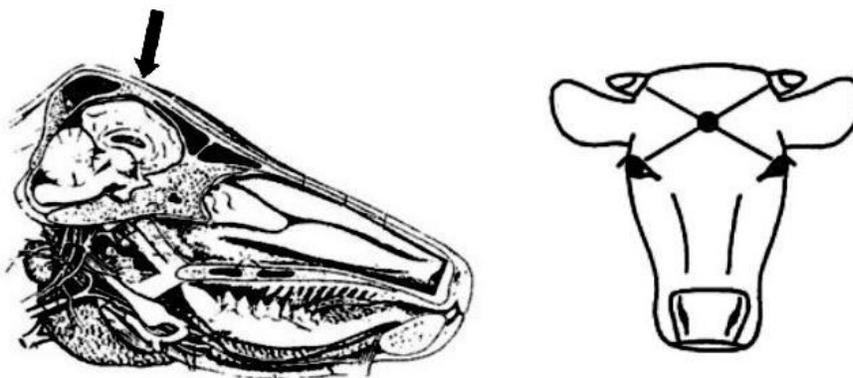


Figura 1. Corte sagital del cráneo del bovino y vista frontal de la cabeza indicando el lugar correcto del disparo.

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/mm<sup>2</sup>, produciendo daño cerebral por el efecto lacerativo del perno; este es considerado como el método más efectivo de 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 intracerebral, resultando en una deformación rotacional del cerebro, como consecuencia de la falta de coordinación motora, mientras preserva la actividad cardíaca 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 cardíaca, presión sanguínea, respiración, presencia de reflejos, electro-encefalograma y electro-corticografía (Bager y col., 1990; Bager y col., 1992; Lambooy 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 inconciencia 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).

### ***Correcta inmovilización 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).

### **Descripción de los métodos de insensibilización**

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 fogueo, 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.

### **Determinación de la efectividad de la insensibilización**

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 tiesa. 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).

### **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).

### ***Vocalización en 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).

### ***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.

### *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.

**Tabla 1. Relación entre tiempo de desangrado y porcentaje de sangre obtenida.**

Tiempo transcurrido (segundos)	% de sangre obtenida
30	58.3
60	76.6
120	90.0

## 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).

### *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).

### *Sangre como medio de cultivo*

Uno de los riesgos asociados al desangrado de los animales productores de carne, es el que al realizarse mediante la sección de las arterias carótidas y vena yugular en la base del cuello, el cuchillo utilizado para el desangrado pudiera estar contaminado y favorecer con ello, el ingreso de bacterias en el sistema venoso y diseminarse por los músculos de la canal que son relativamente estériles (Lawrie, 1998). La eliminación del mayor volumen de sangre, además de provocar una muerte rápida del animal, reviste gran importancia en la presentación comercial de la carne, en su higiene, ya que la sangre favorece el crecimiento microbiano y en la prolongación de conservación (Rosmini, 2006).

### *Crecimiento de microorganismos*

La carne se halla expuesta a la contaminación microbiana desde el momento en que se desangra al animal hasta el momento del consumo (Lawrie, 1974). Por lo que la alteración de la carne se inicia pronto, después del desangrado, como resultado de acciones microbianas, químicas y físicas; esta alteración es consecuencia de la penetración de microorganismos en el sistema vascular por utilizar para la degollación cuchillos contaminados (Forrest, 1975). Para evitar la entrada de microorganismos, el corte practicado de la yugular o la penetración del cuchillo debe ser mínima (Lawrie, 1998). Por muy eficaz que sea el desangramiento, nunca se consigue eliminar más del 50 % de la sangre, ya que los diversos músculos retienen una cantidad mayor o menor de acuerdo con su naturaleza (Lawrie, 1974).

### ***Reducción de vida de anaquel***

La susceptibilidad del músculo a la alteración microbiana es directamente proporcional al tiempo transcurrido desde el sacrificio y a la temperatura que se mantiene postmortem, sin embargo, cuando las operaciones de sacrificio se realizan en condiciones higiénicas, la carne se conserva en buen estado durante algunos días a temperatura ligeramente superior a su punto de congelación (-1.5 °C). Los procesos usados en la conservación de la carne pueden evitar su alteración microbiana sin afectar la calidad organoléptica (Lawrie, 1974). Cuando el animal cae en estrés antes de la matanza, se agota el glucógeno muscular, y por lo tanto, el pH final de la carne es alto (superior a 6.0) y en consecuencia, las proteínas se encuentran fuera de su punto isoeléctrico. Como resultado de esto último, absorben grandes cantidades de agua que da una apariencia superficial seca; adicionalmente, el alto valor de pH favorece el crecimiento bacteriano y la vida de anaquel de la carne se ve reducida (Rosmini y Signorini, 2006).

### **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 espongiiforme 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.

### **Alternativas tecnológicas para sacrificio humanitario de bovinos**

Debido a la reaparición de brotes de BSE en algunas regiones de Europa, y los estudios posteriores que identificaron a los materiales específicos de riesgo (MER) incluido el tejido del sistema nervioso central, se ha propuesto evitar que dichos materiales asociados al sacrificio de animales no ingresen durante fases críticas a la cadena alimenticia humana, asegurando en principio que el procedimiento de sacrificio sea el apropiado para prevenir la contaminación de la carne, lo que ha llevado a proponer medidas alternativas para evitar o disminuir los riesgos durante la faena (Ramantanis, 2004a).

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 pérdida 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 (2004a) 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.

El reemplazo de los métodos tradicionales de aturdimiento por los métodos en los cuales se utiliza la corriente eléctrica, empiezan a ser de uso común en aquellas regiones del mundo donde BSE está presente, para prevenir su diseminación, mediante la reducción directa o indirecta de MRE en las canales, instalaciones y operarios.

### **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.

### **Referencias**

ANIL, M., S. LOVE, C. HELPS, D. HARBOUR (2002). Potential for carcass contamination with brain tissue following stunning and slaughter in cattle and sheep. *Food Control* 13:431-436.

- ANIL, M. H., S. LOVE, S. WILLIAMS, A. SHAND, J. L. MCKINSTRY, C. R. HELPS, A. WATERMAN-PEARSON, J. SEGATCHIAN, 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 electroplectic 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.
- EIKELENBOOM, 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. Bailliére 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](http://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](http://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](http://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. Proceedings of the 34<sup>th</sup> International Congress of Meat Science and Technology, CSIRO, Brinbane, Australia.

- HUMANE SLAUGHTER ASSOCIATION (H.S.A.). (1998). Captive Bolt Stunning of Livestock. 2<sup>nd</sup> 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. EIKELENBOOM (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. Acirbia. 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. Secretaría 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 (Livre-docência 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*. Editado 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.