

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS
INSTITUTO DE CIENCIA ANIMAL

**EVALUACIÓN DE LA EFICACIA EN EL USO DE LA PISTOLA DE PROYECTIL
RETENIDO SIN PENETRACIÓN DE CRÁNEO PARA INSENSIBILIZAR GANADO
BOVINO EN UNA PLANTA FAENADORA DE CARNE**

Memoria de Título presentada como parte
de los requisitos para optar al TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO

ROMINA ANDREA CONCHA VERA

VALDIVIA – CHILE

2010

PROFESOR PATROCINANTE

Dra. Carmen Gallo Stegmaier

PROFESOR COPATROCINANTE

PROFESORES CALIFICADORES

Dr. Rafael Tamayo Castro

Dr. Marcelo Gómez Jaramillo

FECHA DE APROBACIÓN:

24 de agosto de 2010

ÍNDICE

Capítulos	Páginas
1. RESUMEN	1
2. SUMMARY	2
3. INTRODUCCIÓN	3
4. MATERIAL Y MÉTODOS	11
5. RESULTADOS	16
6. DISCUSIÓN	20
7. BIBLIOGRAFÍA	29
8. AGRADECIMIENTOS	35

1. RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar la eficacia en el uso de la pistola de proyectil retenido sin penetración de cráneo para insensibilizar ganado bovino en una planta faenadora de carne.

El estudio se realizó entre mayo y junio del año 2008, observando 694 bovinos correspondientes a las principales clases de bovinos faenados (novillos, vaquillas y vacas) durante el proceso habitual de insensibilización. En cada animal se registró el número de disparos requeridos para inducir insensibilidad, los signos de retorno a la sensibilidad post-caída (respiración rítmica, pestañeo y movimientos oculares, intentos de incorporarse, vocalización y elevación de cabeza), el intervalo de tiempo entre disparo efectivo y desangramiento, y la presencia de fracturas en las cabezas post mortem. Se usó estadística descriptiva estableciendo las frecuencias de las variables mencionadas en cada clase y en el total de animales. Adicionalmente se utilizó la prueba de Chi cuadrado para determinar asociación entre la presencia de fracturas y algunas de dichas variables.

Los resultados indican que sólo un 86,2% de los bovinos observados cayó al primer intento, siendo los novillos los más afectados por una baja eficacia (82,6%). El signo de retorno a la sensibilidad más frecuentemente observado fue la respiración rítmica (6,3%) seguido de los movimientos oculares y/o pestañeo (4,9%), siendo las vacas y otros bovinos (toros y bueyes) los más afectados con un 16,2% y 16,7% respectivamente. Se cronometró el intervalo de tiempo entre disparo efectivo y desangramiento, estableciéndose el rango más frecuente entre 1,01 a 2 minutos. La inspección de las cabezas post mortem indicó que un 41,6% de ellas presentó fracturas, siendo las vacas las más afectadas (63,5%). El grado 1 de fractura fue el más frecuente (39,5%), afectando principalmente a las vacas (59,5%). Se observó una asociación estadísticamente significativa ($p < 0,05$) entre el número de disparos y la presencia de fracturas craneales.

De acuerdo a los resultados obtenidos, en que menos del 90% de los bovinos cae al primer disparo, existiría un problema serio en la eficacia de la pistola de proyectil retenido sin penetración de cráneo en la insensibilización de bovinos en esta planta faenadora.

Palabras clave: bovinos, insensibilización, proyectil retenido no penetrante.

2. SUMMARY

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF NON PENETRATING CAPTIVE BOLT STUNNING FOR CATTLE IN A SLAUGHTER PLANT

The aim of this study was to evaluate the efficacy of non penetrating captive bolt stunning for cattle in a slaughter plant. Between May and June of 2008, 694 cattle corresponding to the three main classes of cattle slaughtered (steers, heifers and cows), were observed during the stunning process. For each animal, the number of shots required to induce insensibility, the signs of return to sensibility (rhythmical breathing, blinking and ocular movements, attempts to stand up, vocalizations and head elevation), the interval between the effective shot and bleeding, and the presence of fractures on the head during post mortem observation were recorded. Descriptive statistics was used to show the frequency of the indicators mentioned above. Furthermore, a Chi square test was used to establish associations between fracture presence and any of such indicators.

The results indicate that only 86,2% of the cattle observed fell down after the first attempt. Steers, were the most affected (82,6%) by inefficient stunning. The most frequent signs of return to sensibility recorded were rhythmical breathing (6,3%), ocular movements and/or blinking (4.9%). Cows and cattle classified as others (bull and steer) were the most affected (16,2% and 16,7% respectively). When recording the time interval between the effective shot and bleeding, it was found that the most frequent range was between 1.01 and 2 minutes. Cranium fractures were detected in 41.6% of the heads post mortem; the cows were most affected by this injury 63,5%. Grade 1 fractures were the most frequent (39,5%), affecting principally the cows (59,5%). A significant association ($p < 0,05$) was found between the number of shots and the presence of cranium fractures.

According to the results obtained, as less than 90% of the cattle fell down at the first shot, a serious problem exists in the efficacy of non penetrating captive bolt stunning in this slaughter plant.

Key words: cattle, stunning, non penetrating captive bolt.

3. INTRODUCCIÓN

La insensibilización, aturdimiento o noqueo, es un proceso cuyo objetivo consiste en que el animal pierda en forma inmediata la conciencia y no la recupere hasta la muerte, para así evitar cualquier sufrimiento innecesario durante el desangramiento o sangría (Wotton 1993). De esta manera se logra que no sienta dolor, se inmovilice y sea más fácil y seguro para el operario manejarlo durante el alzamiento y posterior sangría, así como también impedir efectos negativos sobre la calidad de la carne (Gallo y Tadich 2004).

El método usado para insensibilizar al ganado bovino es uno de los factores de mayor importancia en relación al bienestar de los animales en las plantas faenadoras, siendo uno de los aspectos más descuidados en Chile (Gallo y Tadich 2004).

Una correcta insensibilización es necesaria para reducir el sufrimiento de los animales destinados a producir carne para consumo humano, para que las plantas cumplan con las recomendaciones y reglamentación de bienestar animal y para obtener una carne de mejor calidad. Tanto las recomendaciones de la OIE (2009) como el reglamento de mataderos chileno (MINAGRI 2009) señalan como obligatoria la insensibilización, excepto en el caso de sacrificios religiosos. Si el noqueo está bien hecho, el animal no siente dolor y queda inconsciente instantáneamente. Un animal que ha sido insensibilizado como corresponde va a estar inmóvil y los empleados podrán procesarlo con seguridad.

La insensibilización puede lograrse por lesión traumática de la corteza cerebral (conmoción), o también por estados epilépticos (ej. electronarcosis, gas carbónico). Algunos métodos provocan insensibilidad inmediata (conmoción, electronarcosis) otros no (anoxia por gas carbónico); algunos son de efecto permanente otros son reversibles (Blackmore y Delany 1988). Con el fin de garantizar que el procedimiento de matanza sea humanitario, es importante saber el tiempo que dura la insensibilidad, ya que la mayoría de los métodos de insensibilización no provocan simultáneamente la muerte del animal. Cuando los métodos usados son de tipo reversible, la duración del aturdimiento debe ser suficiente para incluir el tiempo entre el inicio de la insensibilización y el desangrado (Blackmore y Delany 1988). Tanto por las características anatómicas, cantidad de sangre que requiere ser eliminada, como también por lo complicado de manejar un bovino de gran tamaño, es importante usar un buen método de insensibilización en esta especie. El nuevo reglamento de mataderos de Chile (MINAGRI 2009) permite una mayor libertad en la elección de los métodos de insensibilización, poniendo como base que los métodos a usar deben ser los “recomendados internacionalmente”. Las recomendaciones internacionales se encuentran básicamente en los lineamientos entregados por la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE 2009), en el código de animales terrestres (sección bienestar animal).

En Chile, el método de insensibilización más comúnmente utilizado en el caso de los bovinos es la conmoción cerebral, que se logra con pistola de proyectil retenido (perno cautivo), con o sin penetración de cráneo (HSA 2006). La conmoción cerebral produce insensibilización inmediata si se aplica en forma correcta, provocando un daño en la corteza cerebral (isquemia cerebral), generalmente de tipo irreversible, dejando al animal inconsciente, pero sin producir la muerte.

El desangramiento corresponde al acto en que se seccionan los vasos mayores del cuello (tronco bicarotídeo y vena cava craneal) con un cuchillo largo que se inserta a nivel torácico entre las dos primeras costillas, siendo el acto que produce la muerte del animal. El desangramiento debe realizarse lo más pronto posible después de la insensibilización según la Humane Slaughter Association (HSA 2006) para así proteger el bienestar animal al 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, tales como petequias, que son consecuencia del aumento de la presión sanguínea como respuesta al proceso de insensibilización (Gallo y col 2003).

3.1. LA INSENSIBILIZACIÓN POR CONMOCIÓN CEREBRAL

El objetivo principal de la insensibilización por perno cautivo consiste en inducir la insensibilidad inmediata mediante un fuerte golpe en el cráneo del animal (HSA 2006). El término “percusión” describe la acción principal del perno cautivo, es decir, el potente impacto de un cuerpo sólido contra otro (HSA 2006).

La pistola de proyectil retenido consiste en un perno, vástago o proyectil, el cual es impulsado ya sea por la detonación de un cartucho de explosivos o por aire comprimido, golpeando el hueso frontal. El perno puede o no perforar el cráneo, pero retorna (perno cautivo) a la pistola a través de una manga recuperadora que lo rodea (Blackmore y Delany 1988).

Según la Humane Slaughter Association (HSA 2006) los equipos de insensibilización con perno cautivo que existen en la actualidad pueden clasificarse en dos categorías amplias: no penetrantes y penetrantes. Los equipos de aturdimiento penetrantes causan insensibilidad debido a la conmoción en el cráneo y al daño físico resultante del ingreso del perno en el cerebro. Los equipos de aturdimiento no penetrantes tienen un perno de “cabeza redonda” que impacta en el cráneo pero no ingresa en el cerebro. Este tipo de pistola causa insensibilidad debido únicamente a la conmoción que ocasiona.

Una insensibilización efectiva con pistola de proyectil retenido depende de la fuerza del proyectil y de que el golpe se efectúe en la parte correcta del cráneo. La mejor posición es donde el cerebro está más cerca de la superficie de la cabeza y donde el cráneo es más delgado; esto es en la región frontal de la cabeza (Leach 1985). Lo anterior coincide con lo señalado por la OIE (2009), la cual indica que el instrumento mecánico se aplicará en general

en la parte frontal de la cabeza y perpendicularmente a la superficie ósea. Para que se produzca un estado de inconsciencia instantáneo, el perno o proyectil debe penetrar o no el cerebro con un impacto que produzca una conmoción aguda. La posición y dirección ideales del impacto difieren entre las especies y en una misma especie, según el impacto sea penetrante o no (HSA 2006).

En el ganado bovino, el proyectil retenido que penetra el cráneo se aplica en el medio de la frente, en el cruce de dos líneas imaginarias que unen la base de los cuernos con el ojo del lado contrario. La pistola debe sostenerse en ángulo recto en relación al cráneo. En el caso del proyectil retenido sin penetración del cráneo, se debe posicionar 20mm sobre la posición usada en caso de la pistola con penetración del cráneo (HSA 2006) (figuras 1 y 2).

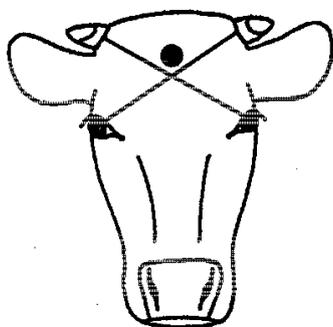


Figura 1. Vista frontal de la cabeza indicando la posición de la pistola 20mm por sobre el punto de cruzamiento de las líneas imaginarias.

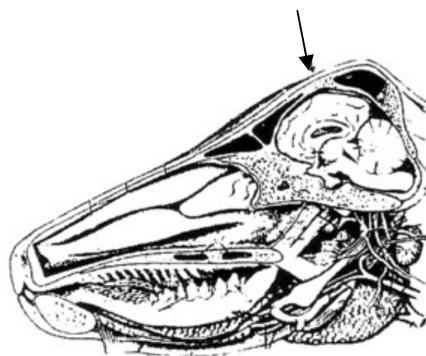


Figura 2. Corte sagital del cráneo del bovino indicando el lugar de impacto del proyectil no penetrante.

Desde un punto de vista de bienestar animal, la pistola de proyectil retenido sin penetración no tiene ventajas frente a la pistola de proyectil retenido con penetración; sus ventajas son en términos de higiene y riesgos de diseminación de enfermedades, debido a que no se perfora el cráneo. En relación a este último punto cabe mencionar un estudio realizado por Daly y col (2002) en donde se encontró que, luego de noquear con pistola de proyectil retenido con y sin penetración de cráneo, había presencia de émbolos cerebrales y medulares en la sangre en el caso de los primeros; esto puede contaminar la carne con tejido encefálico y medular, lo cual tiene importancia en el caso de la transmisión de la Encefalopatía Espongiforme Bovina (EEB). Así mismo, con el fin de determinar si habían diferencias entre la utilización de pistola de proyectil retenido con y sin penetración de cráneo y su relación con la transmisión de la EEB, Coore y col (2005) realizaron una investigación en que se determinó si existían fragmentos de tejido cerebral en muestras de sangre venosa en bovinos insensibilizados con bala cautiva con ambos sistemas. Se encontró que un 4% de los bovinos insensibilizados mediante proyectil retenido con penetración del cráneo presentaron dichos fragmentos, y un 2% de los bovinos insensibilizados con proyectil retenido sin penetración del

cráneo presentaron fragmentos de tejido cerebral. Según lo expuesto en este estudio los resultados no fueron coherentes con lo visto en trabajos previos, por lo tanto, no se consideran concluyentes respecto a que existan diferencias entre ambas pistolas. Sin embargo, hoy en día para la prevención de la EEB se usa la pistola de proyectil retenido sin penetración de cráneo, ya que diversos países a los cuales Chile exporta sus productos pecuarios establecen dentro de los requisitos zoosanitarios la utilización de este equipo de aturdimiento.

Además de la ubicación correcta de la pistola en el cráneo, es importante una buena mantención del equipo para asegurar la fuerza del proyectil. Blackmore y Delany (1988) y la HSA (2006) mencionan que la falta de mantención regular de la pistola puede reducir la fuerza del impacto hasta un 50%. Por otra parte, si se usan cartuchos con explosivos para la propulsión del proyectil se debe siempre tomar en consideración que se requieren cartuchos de diferente potencia para animales de diferente tamaño (Warriss 1996).

Whittington (1993) menciona que es importante considerar el tipo de ganado que se va a insensibilizar, ya que el cerebro puede estar ubicado en el ganado adulto a unos 3 a 4 cm bajo la piel y el hueso, y para el caso de los jóvenes, los senos frontales no se han desarrollado aún totalmente y como resultado el cerebro está más en contacto con la superficie. Por consiguiente, es importante que en el ganado más viejo la profundidad de penetración del perno cautivo sea realmente garantizada para evitar cualquier posibilidad de recuperación del animal.

Según Finnie (1993) en la contusión cerebral mediante el impacto con pistola de proyectil retenido se desplaza el líquido de la zona, el encéfalo rebota en el sitio del impacto contra la pared craneana, lo que es llamado golpe; a su vez en el lado opuesto se produce el contragolpe, en el que el encéfalo da bote en esta parte, provocándose daños tisulares en la zona cortical. Esto determina que los daños en el lugar de contragolpe sean más intensos incluso que en el sitio primario. Ahora bien, según la fuerza del impacto puede ser que no se produzca ningún edema si es que el golpe fue óptimo; pero si son golpes muy intensos hay hematomas, fracturas, contusiones, desgarros de la piel del subcutis y del periostio en el área de cada impacto, lo que es más agravante cuando aumenta el número de tiros por animal. Si el animal fuera óptimamente noqueado, los cambios se restringen sólo a hemorragias circunscritas en el encéfalo.

3.2. EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE LA INSENSIBILIZACIÓN

Un mal noqueo, así como el tiempo prolongado entre noqueo y desangramiento pueden provocar, además de sufrimiento en los animales, problemas en la calidad de la carne, debido a que se producen hemorragias musculares (blood splash), generalmente detectables en los músculos de mayor valor (Gallo y Tadich 2004). Cabe mencionar también que un noqueo mal hecho es doloroso para el animal y puede resultar en parálisis sin pérdida de conciencia, por lo que la habilidad y la capacitación del operador son cruciales (Blackmore y Delany 1988). El reglamento sobre estructura y funcionamiento de mataderos señala que será responsabilidad

del propietario de la planta faenadora la capacitación del personal para manejar el ganado (MINAGRI 2009). Además de estos factores para una buena efectividad del noqueo, se deben considerar la posición del golpe y la energía transmitida (Warriss 1996). De esto se desprende la importancia de un buen método de insensibilización para el ganado, junto con un personal capacitado para lograr una óptima ejecución de éste, ya que un buen método puede verse afectado por una mala aplicación del mismo, sin lograrse el objetivo de que el animal quede inconsciente.

Blackmore y Delany (1988) definen conciencia como un estado de conocimiento; por lo tanto, si alguien está inconsciente no percibirá dolor, aunque también señalan que muchos autores prefieren usar para los animales la palabra sensibilidad en lugar de conciencia. Si el objetivo de la insensibilización es lograr un estado de inconsciencia, el punto es cómo poder determinar la inconsciencia en los animales. Más que el cuestionamiento, la interpretación es la difícil por ser subjetiva y antropocéntrica, ya que se tiende a hacer una analogía con el humano y es aquí donde nuestros sentidos, visual y auditivo, juegan un papel preponderante.

Según la HSA (2006) para reconocer un noqueo efectivo usando el método del perno cautivo se deben observar los siguientes signos:

- El animal debe caer inmediatamente (pérdida de la posición).
- Hay detención de la respiración rítmica (la más confiable y fácil de reconocer).
- El animal se vuelve rígido, con la cabeza y cuello extendidos y los miembros posteriores se plegan hacia el cuerpo.
- La posición del globo ocular está fija y vidriosa.
- No existe reflejo corneal positivo.
- La mandíbula está relajada y la lengua está colgando fuera de la boca.

Los puntos anteriores se encuentran en la fase tónica, la que dura 10 a 20 segundos, y es seguida por un período de pataleo involuntario (fase clónica).

- Gradualmente el animal se relaja.

Los siguientes signos, según Grandin (1998^b) y Gregory (1998), son indicadores de retorno a la sensibilidad (por una ineficiencia en el noqueo) debiendo proceder en estos casos a una re-insensibilización inmediata:

- Falta de una expresión fija y vidriosa en los ojos, además pestañea.
- Movimientos oculares.
- Reflejo ocular positivo como respuesta al tacto.
- Respiración rítmica.
- Vocalización (mugidos), mientras están colgados en el riel de desangramiento.
- Cuello arqueado con reflejo de pararse.
- En el peor de los casos el animal no cae, o puede pararse luego de caer.

Según reportes de Grandin (1998^b), existen algunos criterios para evaluar la eficacia de la insensibilización; para ello se deben evaluar un mínimo de 100 animales teniéndose la siguiente pauta para la evaluación:

- a) Excelente: 99 a 100% cae insensibilizado instantáneamente al primer tiro.
- b) Aceptable: 95 a 98% cae insensibilizado instantáneamente al primer tiro.
- c) No aceptable: 90 a 94% cae insensibilizado instantáneamente al primer tiro.
- d) Problema serio: menos del 90% cae insensibilizado instantáneamente al primer tiro.

3.3. ANTECEDENTES SOBRE LA EFICACIA DE LA INSENSIBILIZACIÓN EN CHILE

Gallo y Cartes (2000) demostraron que, en los tres principales mataderos de la X Región, en promedio menos del 85% de los bovinos faenados caía al primer disparo de la pistola de proyectil retenido penetrante; además se encontró que un alto porcentaje (de 20,4% a 82,5% según signo observado) de los animales mostraba signos de mala insensibilización o de conciencia post noqueo, resultados que serían considerados inaceptables según las pautas de Grandin (1998^b). En el mismo estudio se demostró que el tiempo entre noqueo y desangramiento superaba el minuto, por lo que en muchos casos los animales podían recuperar conciencia y sentir dolor al ser sangrados.

Posteriormente, en un estudio realizado por Gallo y col (2003) se evaluó el efecto de mejoras en la insensibilización de bovinos con pistola neumática de proyectil retenido tras cambios de equipamiento y capacitación del personal en una planta, observando los bovinos de la faena habitual durante una semana. Los valores referenciales de esa planta indicaban que sólo 72,8% de los bovinos caían instantáneamente después del primer tiro y que el 27,2% requería 2 o más disparos; además, se habría registrado vocalización en 46,9% de los bovinos y un 66,9% de los animales presentaba reflejo corneal después del noqueo. Después de la instalación de un sistema de sujeción de cabeza y pistola nueva, el porcentaje de bovinos que cayó al primer disparo mejoró a 89,6% y sólo un 10,4% requirió de más de un disparo. La vocalización y reflejo corneal se registraron en sólo 2,2% y 0,8% de los bovinos, respectivamente luego de los cambios de infraestructura. La capacitación del personal en cuanto a la ubicación ideal del disparo y el reconocimiento de signos de sensibilidad en los bovinos lograron una mejora adicional a la lograda con los cambios en infraestructura, encontrando que el 97,8% de los bovinos cayó al primer tiro, con 0% de vocalización y 0,2% de reflejo corneal.

Más recientemente, Cárvaves y col (2006) en un estudio realizado en seis plantas faenadoras, algunas de las cuales usaban pistola de proyectil retenido penetrante y otras pistola sin penetración de cráneo, demostraron que no había plantas en que el porcentaje de animales que cae al primer disparo estuviera en un rango excelente (99% a 100% de animales que caen al primer tiro), tres plantas estaban en el rango de aceptable (95% a 98%), una como no aceptable (90% a 94%) y dos con un problema serio, ya que menos del 90% de los bovinos

cayó al primer tiro. En cuanto al análisis del intervalo de tiempo entre primer disparo y desangramiento, se evidenció un problema de coordinación entre el noqueador y el sangrador, dado que sólo un 36,8% de los bovinos fue sangrado antes de un minuto. Según la HSA (2006) el intervalo entre disparo y desangramiento debe mantenerse al mínimo en el caso de la pistola de proyectil retenido no penetrante (menos de 30 segundos), dado que así se evita la posibilidad de un retorno a la sensibilidad, dolor y sufrimiento innecesario.

Grandin (1998^b) señala que si la eficacia al primer tiro cae por debajo del 95% se deben tomar acciones inmediatas para mejorar este porcentaje. Según esta misma autora, las causas más comunes de una baja eficacia en el uso de la pistola de proyectil retenido son la mala mantención de las pistolas y un operador fatigado. La HSA (2006) señala que una incorrecta posición de la pistola por parte del operario y un insuficiente poder al noquear, producto de un cartucho no adecuado para el tamaño del animal a insensibilizar, o insuficiente presión en el caso de las pistolas con aire comprimido, son también causas de baja eficacia.

Todo lo mencionado anteriormente invita a la reflexión sobre cómo se está aplicando el método de insensibilización en nuestro país, y si se considera el concepto de bienestar animal al momento de manejar los animales. Esto no sólo visto desde la perspectiva de la ética profesional, sino también en lo que respecta a la calidad del producto final, especialmente porque la Unión Europea actualmente obliga a utilizar la pistola de proyectil retenido sin penetración de cráneo para prevenir riesgos de transmisión de la Encefalopatía Espongiforme Bovina. Los estudios anteriores realizados en Chile con respecto a este tema se han enfocado preferentemente a la utilización de la pistola de proyectil retenido penetrante y no se han realizado estudios para evaluar la eficacia de la pistola de proyectil retenido no penetrante usada en todas las plantas de exportación actualmente. Por ello, este estudio se propuso como objetivo general evaluar la eficacia en el uso de la pistola de proyectil retenido sin penetración de cráneo para insensibilizar ganado bovino en una planta faenadora de carne.

Los objetivos específicos fueron:

- Determinar el porcentaje de aciertos en el uso de la pistola de proyectil retenido sin penetración de cráneo, registrando la frecuencia de los bovinos que caen al primer tiro.
- Determinar si hay sensibilidad en los animales post-caída, observando la frecuencia de presentación de signos como respiración rítmica, pestañeo y movimientos oculares, intentos de incorporarse, vocalización (mugidos), elevación de la cabeza en el riel de sangría y arqueado del cuerpo con reflejo de pararse.
- Determinar el tiempo que transcurre entre el disparo efectivo y el desangramiento para este sistema de insensibilización.
- Determinar la presencia de fracturas en las cabezas de bovinos post mortem.
- Determinar si existen asociaciones entre algunas de las variables estudiadas.

HIPÓTESIS

La hipótesis de este estudio es que en la planta en estudio existe un problema de eficacia en el método de insensibilización con pistola de proyectil retenido sin penetración de cráneo, siendo el porcentaje de bovinos que caen al primer disparo inferior al 95%.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

Este estudio se llevó a cabo en una planta procesadora de carnes de la Región de Los Ríos, durante los meses de mayo y junio del año 2008 y dentro del contexto del proyecto “Diagnóstico e implementación de estrategias de bienestar animal para incrementar la calidad de la carne de los rumiantes de abasto” (FIA-PI-C-2005-1-P-01).

4.1. MATERIAL

4.1.1. Material Biológico

Se registraron antecedentes de 694 bovinos que fueron insensibilizados con pistola de proyectil retenido sin penetración de cráneo, correspondientes a la faena habitual de la planta. Este número de animales evaluados se usó basándose en la metodología de Grandin (1998^a), quien plantea que para evaluar el bienestar animal en plantas faenadoras grandes, se deben evaluar al menos 100 animales.

4.1.2. Material e infraestructura usados en la planta faenadora durante el estudio

El equipo de aturdimiento utilizado regularmente por la planta faenadora en estudio fue una pistola de proyectil retenido no penetrante, marca JARVIS modelo USSS-2 (figura 3). Como sistema de resguardo se utilizó una pistola del tipo penetrante, modelo AN-10 K, pero para efectos de este estudio se consideraron sólo aquellos animales insensibilizados con pistola no penetrante (n=694). El sistema de propulsión de la pistola es mediante aire comprimido (compresor exclusivo independiente de los otros equipos neumáticos de la planta), y funciona a tres niveles de presión: 165, 185 y 215 psi (libras por pulgada cuadrada), dependiendo si el tamaño del bovino es pequeño (vaquillas y novillos), mediano (vacas jóvenes) o grande (vacas viejas, bueyes y toros), respectivamente; esto es regulado por el operario noqueador, siendo éste el mismo durante el periodo en que se realizó el estudio.

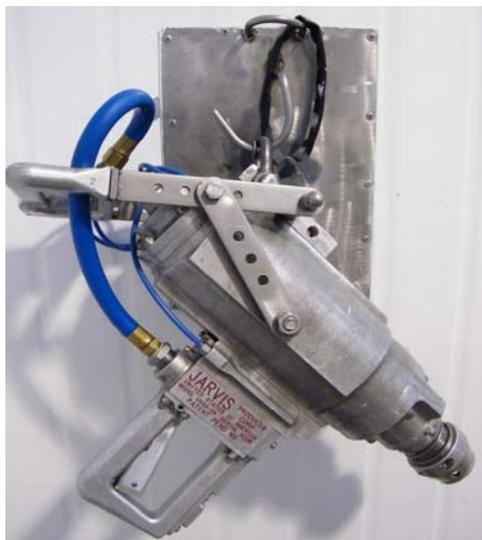


Figura 3. Pistola de proyectil retenido sin penetración de cráneo.

Con relación al cajón de noqueo, éste posee un sistema de sujeción de cuello y elevación de cabeza con dos barras verticales de acero inoxidable que sujetan el cuello del animal. Su construcción es de hormigón, tanto en su parte lateral como en el piso, el que presenta pequeñas ranuras antideslizantes en toda su extensión, observándose con un grado de desgaste considerable. Tiene una puerta de ingreso de guillotina y de salida de volteo ubicada lateralmente, la cual presenta en la parte inferior un espacio abierto por donde ingresa luz.



Figura 4. Vista lateral del cajón de noqueo.

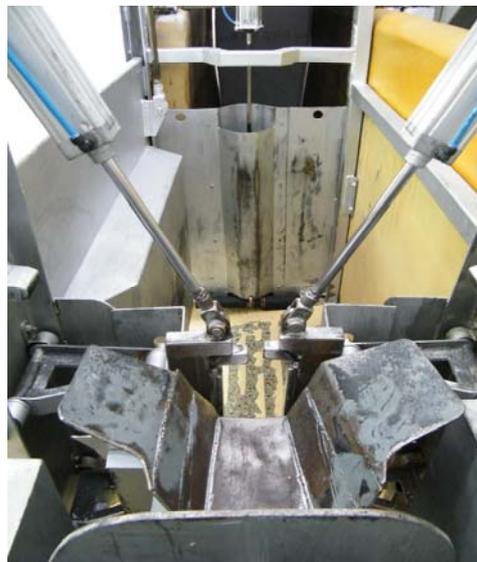


Figura 5. Vista del interior del cajón de noqueo y del sistema de sujeción.

4.1.3. Material Inerte

- Pauta de registro donde fueron anotados el lote al cual pertenecía el animal, n° de animal, tipo de animal, n° de disparos por animal, signos de sensibilidad observados, e inspección de cabezas post mortem (anexo 1).
- Cronómetro para determinar el tiempo entre disparo efectivo y desangramiento.

4.2. METODOLOGÍA

Las observaciones de este estudio se realizaron durante el proceso habitual de noqueo, en la zona denominada de ingreso o desangramiento según el reglamento de mataderos (MINAGRI 2009), específicamente en el área de insensibilización del ganado y posteriormente dentro de la línea de faena, para realizar la inspección de las fracturas craneales en los mismos animales. Para lograr esto, se observaban 20 animales en la insensibilización y luego se ingresaba a faena a revisar las cabezas de los mismos; se repetía el proceso con otros 20 hasta completar 2 a 3 sets por día (54 animales en promedio).

A medida que los animales eran arreados desde los corrales y manga hacia el cajón de noqueo, por orden correlativo de faena, y eran insensibilizados por un único operador de permanencia fija, se efectuaron las observaciones y mediciones en un periodo de 13 días. Los bovinos observados se separaron en las clases novillo, vaquilla, vaca, toro y buey según la planilla de programación de faena diaria entregada por la planta al momento de efectuar las mediciones. Las clases toro y buey fueron agrupadas como una sola clase denominada “otros” para la presentación de los resultados, debido al bajo número de individuos que la componían.

Se utilizó básicamente la metodología indicada por Grandin (1998^a), quien señala que se debe determinar el porcentaje de animales que cae al primer disparo (mínimo aceptable es 95%) y el porcentaje de animales posiblemente sensibles desde el noqueo hasta el desangramiento (máximo de animales sensibles aceptado es uno de 500). Además se realizaron observaciones para determinar el tiempo entre noqueo y desangramiento, y la presencia de fracturas de cráneo post mortem como se detalla más adelante.

4.2.1. Número de disparos requeridos para inducir insensibilidad

Se efectuó un conteo del número de disparos que el noqueador debió realizar en el hueso frontal, hasta que el animal cayó en el cajón de noqueo.

4.2.2. Número de animales con signos indicadores de sensibilidad

Posterior a la caída del animal en el cajón de noqueo y al abrirse la puerta de salida hacia la zona de sangría, se procedió a registrar en una pauta de evaluación si existía presencia de algunos de los siguientes signos de retorno a la sensibilidad:

- **Respiración rítmica.** Este signo se registró como presente al observarse movimientos respiratorios rítmicos en el flanco de los animales. Esta observación se realizó inmediatamente después del disparo, una vez abierta la puerta de volteo del cajón de noqueo y hasta el desangramiento.
- **Movimientos oculares.** Esta variable se registró luego de efectuado el disparo, se consideró como presente si había signos tales como parpadeos y movimientos del globo ocular como si observara el lugar.
- **Intenta incorporarse posterior al disparo.** Este signo se evaluó una vez que el animal caía a la rejilla de recepción y era elevado en el riel de desangramiento. Se registró como presente en aquellos casos en que el animal mostró intentos de levantar la cabeza o cualquier otro movimiento que indicara un intento de incorporación, tales como flectar miembros anteriores o posteriores durante la elevación.
- **Vocalización.** La vocalización es una variable que indica incomodidad o dolor en los animales. Se consideró presente en aquellos animales que luego del disparo efectivo emitieron mugidos, ya sea en el cajón de noqueo, al ser elevados en el riel de desangramiento o a la inserción del cuchillo para seccionar los vasos sanguíneos principales.

4.2.3. Intervalo entre disparo efectivo y desangramiento

Con la ayuda de un cronómetro se midió el tiempo que transcurrió entre el disparo efectivo realizado por el noqueador y el momento en que se insertó el cuchillo para realizar el desangramiento.

4.2.4. Inspección de las cabezas de bovino con relación a la presencia de diferentes grados de fracturas

Dentro de la sala de faena, luego de cortadas las cabezas correspondientes a los 694 bovinos observados, se verificó si cada una de ellas coincidía con el número correlativo de cada animal insensibilizado. Para esto, se procedió a evaluar las cabezas de los bovinos a intervalos de aproximadamente 20 animales después de efectuada la insensibilización, correspondiente al tiempo que demora el proceso entre el noqueo y el corte de cabeza (15-20 minutos) para así asegurar que las cabezas coincidieran con los animales registrados en el

proceso de insensibilización. En las cabezas se revisó mediante inspección visual y palpación si existía o no fractura de cráneo, registrándose dicha información en la pauta de evaluación.

Para determinar la presencia de fracturas en las cabezas se consideró la pérdida de continuidad del tejido óseo y el grado de daño ocasionado por el golpe, estableciendo cuatro categorías:

- Grado 0: no se observa fractura, el área del disparo se encuentra enrojecida y con un leve hundimiento.
- Grado 1: se observa un leve hundimiento del hueso en la zona del disparo y presencia de fisuras de división del hueso en pequeños pedazos o fragmentos, pero sin separación.
- Grado 2: se observa pérdida de tejido óseo, definida como una clara separación entre trozos de tejido óseo y pérdida de algunos de ellos en la zona del disparo.
- Grado 3: se observa exteriorización de masa encefálica en la zona del disparo; parte del tejido nervioso de la cavidad craneana se visualiza en el exterior, entre los trozos de tejido óseo.

4.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó un análisis estadístico descriptivo mostrando frecuencias (nº y %) de todas las variables que se midieron por cada clase bovina y en total. Además, se realizó una prueba de hipótesis para comparar proporciones mediante el test de Chi cuadrado con el fin de buscar asociaciones estadísticas entre algunas de las variables.

5. RESULTADOS

5.1. NÚMERO DE DISPAROS REQUERIDOS PARA INDUCIR INSENSIBILIDAD

Cuadro 1. Número y porcentaje de bovinos, por clase y en total, que cayeron según número de disparos realizados con pistola de proyectil retenido sin penetración de cráneo.

Nº de disparos	Vaquilla		Novillo		Vaca		Otros		Total	
	n = 241		n = 373		n = 74		n = 6		n = 694	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
1	219	90,9	308	82,6	66	89,2	5	83,3	598	86,2
2	17	7,1	52	13,9	6	8,1	0	0	75	10,8
3 o más	5	2,1	13	3,5	2	2,7	1	16,7	21	3,0

El cuadro 1 muestra que el 86,2% de los bovinos observados cayó al primer intento. Según clase bovina fueron las vaquillas (90,9%) las que con mayor frecuencia cayeron al primer disparo, en tanto que en los novillos (82,6%) hubo un menor porcentaje de aciertos al primer intento.

5.2. NÚMERO DE ANIMALES CON SIGNOS INDICADORES DE SENSIBILIDAD

Cuadro 2. Número y porcentaje de bovinos, por clase y en total, que presentaron signos de sensibilidad posterior al disparo efectivo con pistola de proyectil retenido sin penetración de cráneo.

Signos de sensibilidad	Vaquilla		Novillo		Vaca		Otros		Total	
	n = 241		n = 373		n = 74		n = 6		n = 694	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Respiración rítmica	14	5,8	17	4,6	12	16,2	1	16,7	44	6,3
Mov. oculares y/o pestañeo	10	4,1	20	5,4	4	5,4	0	0	34	4,9
Vocalización	1	0,4	0	0	1	1,4	0	0	2	0,3
Incorporación/elevación cabeza	1	0,4	3	0,8	2	2,7	0	0	6	0,9

El signo de retorno a la sensibilidad que se observó más frecuentemente fue la respiración rítmica (6,3%) seguido de los movimientos oculares y/o pestañeo (4,9%), siendo las vacas y otros bovinos (toros y bueyes) los más afectados, con un 16,2% y 16,7% respectivamente (cuadro 2).

5.3. INTERVALO DE TIEMPO ENTRE DISPARO EFECTIVO Y DESANGRAMIENTO

Cuadro 3. Número y porcentaje de bovinos, por clase y en total, observados según el intervalo de tiempo transcurrido entre disparo efectivo con pistola de proyectil retenido sin penetración de cráneo y desangramiento.

Intervalo entre disparo efectivo y sangría (minutos)	Vaquilla		Novillo		Vaca		Otros		Total	
	n = 241		n = 373		n = 74		n = 6		n = 694	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
≤ a 1,00	59	24,5	55	14,7	5	6,8	0	0	119	17,1
1,01 a 2	180	74,7	312	83,6	68	91,9	5	83,3	565	81,4
2,01 a 3	2	0,8	5	1,3	1	1,4	1	16,7	9	1,3
> a 3	0	0	1	0,3	0	0	0	0	1	0,1

Del total de animales observado, el intervalo entre disparo efectivo y desangramiento que presentó la frecuencia más alta fue 1,01 a 2 minutos (cuadro 3). Así, las vacas fueron las que presentaron el más alto porcentaje (91,9%) en este mismo intervalo.

5.4. INSPECCIÓN DE LAS CABEZAS DE BOVINO CON RELACIÓN A LA PRESENCIA DE FRACTURAS

Cuadro 4. Frecuencia y porcentaje de cabezas de bovinos observadas a la inspección post mortem según grado de fractura, por clase y en total.

Grados de fracturas	Vaquilla		Novillo		Vaca		Otros		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
nº de cabezas inspeccionadas	241	100	373	100	74	100	6	100	694	100
0	162	67,2	213	57,1	27	36,5	3	50	405	58,4
1	77	32,0	153	41,0	44	59,5	0	0	274	39,5
2	2	0,8	6	1,6	3	4,0	3	50	14	2,0
3	0	0	1	0,3	0	0	0	0	1	0,1

Grado 0: Sin fractura

Grado 1: Fractura/fisura

Grado 2: Fractura con pérdida de tejido óseo

Grado 3: Fractura con pérdida de masa encefálica

Del total de cabezas inspeccionadas se encontró un 41,6% con fractura (cuadro 4), las vacas fueron las más afectadas con un 63,5% en contraposición a las vaquillas que fueron las menos afectadas con un 32,8%.

La fractura grado 1 fue la que presentó mayor frecuencia (39,5%), afectando principalmente a las vacas con un 59,5%. El grado 2 de fractura se presentó en total en 2,0% y fue más frecuente en otros bovinos (bueyes y toros) (50%).

El grado más severo de fractura de cráneo (grado 3) se presentó tan sólo en un novillo, representando el 0,1% del total de cabezas inspeccionadas. Los diferentes grados de fractura considerados se muestran en las figuras 6 a 9.

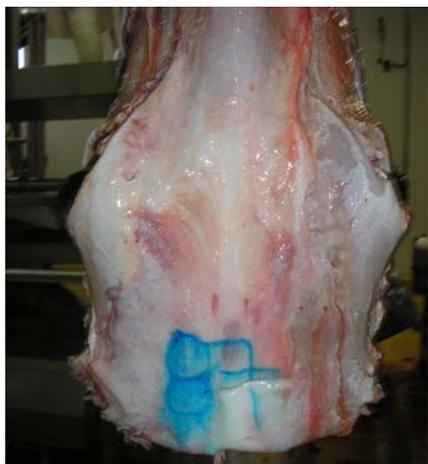


Figura 6. Cráneo bovino con fractura grado 0.

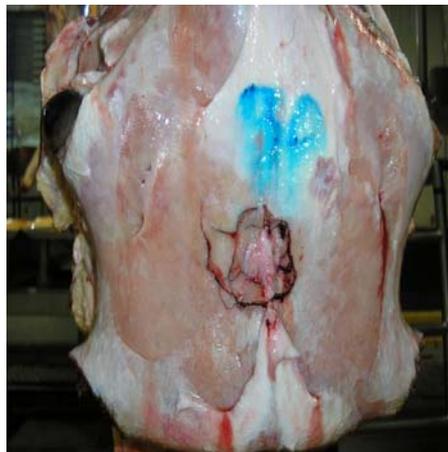


Figura 7. Cráneo bovino con fractura grado 1.



Figura 8. Cráneo bovino con fractura grado 2.



Figura 9. Cráneo bovino con fractura grado 3.

5.5. ASOCIACIÓN ENTRE FRACTURAS CRANEALES Y OTRAS VARIABLES OBSERVADAS

Cuadro 5. Relación entre la presencia de fracturas en las cabezas de los bovinos y número de disparos, según total de animales.

	N° de disparos (observados/esperados)		Total observaciones	X^2	p
	1	2 o más			
Presencia de fracturas	232/250	58/40	290	15,9	0,0001

Según el total de cabezas inspeccionadas, se observó una asociación estadísticamente significativa ($p < 0,05$) entre el número de disparos y la presencia de fracturas craneales. Si bien se analizó la asociación entre la presencia de fracturas y los signos de retorno a la sensibilidad, ésta no resultó estadísticamente significativa ($p > 0,05$). Adicionalmente, se evidenció una asociación estadísticamente significativa entre todas las clases animales evaluadas y la presencia de fracturas craneales ($p < 0,05$), en especial en las vacas.

6. DISCUSIÓN

6.1. OBSERVACIONES GENERALES Y NÚMERO DE DISPAROS REQUERIDOS PARA INDUCIR INSENSIBILIDAD

Si relacionamos la hipótesis de esta investigación, la cual señala que los bovinos que caen al primer disparo no alcanzan el 95%, con los resultados obtenidos (cuadro 1) que demuestran que menos del 90% del total de animales evaluados fue insensibilizado al primer disparo, esta hipótesis es aceptada.

El requerimiento de cualquier método de insensibilización es que debe ser instantáneo y debe persistir hasta que el animal muera por desangramiento (Daly 1985). El logro de un 86,2% de bovinos que cae al primer tiro (cuadro 1) muestra un progreso en términos de bienestar animal, comparado con datos obtenidos anteriormente en Chile por Gallo y Cartes (2000) en tres mataderos de la Décima Región, en que sólo un 85% de los animales caían al primer disparo de la pistola de proyectil retenido penetrante, o por Arcos (1994) quien se señalaba que el 65,6% de los animales caía al primer intento. No obstante, el método de insensibilización utilizado en la planta cuando se realizaron dichos estudios era la pistola de proyectil retenido con penetración de cráneo, en lugar de una sin penetración como la empleada actualmente. Más recientemente Cáraves y col (2006) en un estudio realizado en seis plantas faenadoras en Chile en donde se utilizaban ambas pistolas, determinó que no hubo plantas en el rango de excelente (99% a 100% de animales que caen al primer tiro), que hubo tres plantas en el rango aceptable (95% a 98% caen al primer disparo) y que dos de ellas estarían con un problema serio, ya que menos del 90% cayó al primer tiro. De acuerdo con ello entonces los resultados de este estudio corroboran los realizados en otras plantas en el sentido que la eficacia del proceso de insensibilización es baja.

La eficacia del proceso de insensibilización mediante pistola de proyectil retenido sin penetración de cráneo depende, entre otros factores, de la capacitación del personal. Si bien en general los operarios de las plantas faenadoras deben recibir capacitación como lo señala el reglamento nacional (MINAGRI 2009), el personal que operaba en la planta en estudio sólo había recibido instrucciones para el uso de la pistola con penetración, no así para la no penetrante; además cabe mencionar que cuando se llevó a cabo el estudio el uso de la pistola no penetrante era un método de insensibilización relativamente nuevo en la planta y su manejo era efectuado sólo a través de las instrucciones entregadas por los manuales del fabricante. Se solicitó a la planta los manuales para el uso de la pistola de proyectil retenido no penetrante, sin embargo la información que éstos entregan se centra en la mantención más que en el uso correcto del equipo respecto al animal. De acuerdo a Grandin (1998^a) con el 86,4% de animales caídos al primer tiro estaría esta planta ante un “problema serio”. Además, la misma

autora recomienda que si el puntaje queda por debajo del nivel aceptable según la pauta señalada, se deberían adoptar medidas para corregir el problema. Según Gallo (2010) es imprescindible que en plantas faenadoras de exportación, existan al menos dos personas capacitadas en la utilización de la pistola de proyectil retenido no penetrante para realizar esta labor y puedan turnarse. Por lo tanto, efectuando capacitaciones regulares a los operarios que participan en el noqueo con pistola de proyectil retenido sin penetración de cráneo, asegurándose de que al menos haya dos personas que están capacitadas en cada planta y con una supervisión constante de los procesos sería posible reducir el problema.

Con relación al noqueador Grandin (1998^b), también señala que existe un efecto "fatiga" al final del turno, lo que causa fallas en el acierto al primer disparo. En el caso de la planta en estudio el mismo operario es el que realizaba el noqueo desde el inicio del turno de faena hasta el final de éste. El noqueo lo realizaba otro operario sólo en casos muy especiales, como por ejemplo si la pistola estaba funcionando inadecuadamente o el noqueador oficial se ausentaba. Por ello, no sólo es necesario que todas las plantas tengan al menos 2 operarios especializados para esta labor en caso de emergencia, sino que a su vez aquellas plantas de alta faena diaria, tengan un sistema de rotación frecuente de sus noqueadores para evitar la baja de eficacia por cansancio.

El número de disparos necesarios para que el animal caiga en el cajón de noqueo puede aumentar tanto por factores del animal, como del noqueador, de la pistola o del cajón (Grandin 1998^a). Según lo observado, otro problema estaría dado por una inadecuada mantención de la pistola, la presión usada en ésta y también a factores del animal y de los operarios. Esta aseveración está fundamentada en que, si bien la posición del disparo se realiza correctamente, habría una insuficiente fuerza del proyectil en algunas ocasiones, lo que lleva a que el animal no quede bien insensibilizado, requiriendo varios disparos. Según el cuadro 6, también existe una relación entre la presencia de fracturas en los cráneos inspeccionados y el número de disparos, evidenciándose una asociación estadísticamente significativa ($p < 0,05$). En relación a la clase animal, las vacas serían las mayormente afectadas, lo cual también se relaciona con un mayor número de disparos; mientras más disparos se realicen, existiría una mayor probabilidad de fracturas craneales.

En cuanto al número de animales en que hubo que disparar por más de una vez, se vio que los novillos fueron los más afectados con respecto a las demás clases animales evaluadas, ya que sólo el 82,6% de ellos cayeron instantáneamente al primer disparo. El mayor número de disparos en los novillos podría explicarse por la presión de la pistola empleada en este grupo. La pistola funcionaba, en promedio, a una presión entre 165 a 215 psi, la que es similar a la recomendada por los fabricantes (160 a 225 psi para la pistola no penetrante) (JARVIS 2002). Si bien la presión era regulada por el operario en tres niveles según el tamaño de animales en cada lote (pequeño, mediano y grande), se observó gran variabilidad en cuanto a tamaño entre animales de una misma clase y lote. Esta característica es frecuente en el ganado chileno, lo que pudo determinar la aplicación de una presión menor a animales de tamaño superior los que no quedaban correctamente insensibilizados y hubo que aumentar así el número de disparos por animal. Es por esto que la regulación correcta y precisa de la presión

de la pistola de proyectil retenido es fundamental en la eficacia del método de insensibilización.

Desde el punto de vista anatómico, el grosor del cráneo también podría estar influenciando un mayor número de disparos, ya que en el ganado adulto los senos frontales ocupan la mayor parte del hueso frontal y la parte caudal del cráneo (Sisson 1986). Por ello se espera que el ganado adulto presente un hueso frontal más grande y más grueso (Gouveia y col 2009), requiriéndose más de un disparo para una insensibilización efectiva si la presión es insuficiente.

Otra causa de importancia en la falla de la insensibilización al primer tiro es la funcionalidad del cajón de noqueo. A pesar que en términos generales el cajón es apropiado para el fin que se persigue y que tiene un sistema de sujeción como es exigido por la reglamentación (MINAGRI 2009), existen algunos problemas relacionados con su diseño. El cajón de noqueo existente es demasiado ancho para los animales de menor tamaño (vaquillas y novillos) permitiendo que dichos animales tiendan a voltearse, y no se logre una correcta inmovilización del animal. Respecto a esto, Grandin (1998^b) indica que el compartimento para aturdir debe ser lo suficientemente estrecho para evitar que el animal se voltee. Un cajón de noqueo de 76cm de ancho es suficiente para mantener cualquier tipo de bovino con excepción de toros y bueyes muy grandes, según la recomendación de Grandin (1993). Este comportamiento de los animales dentro del cajón de noqueo lleva a un uso exagerado de la picana eléctrica para acomodarlos y por ende, mayor excitación del animal, mayor vocalización (Muñoz y col 2009) y más dificultad en lograr un disparo certero.

Ewbank y col (1992) señalan que un cajón de noqueo con fijación de cabeza debe ser construido de tal forma que restrinja el movimiento de la cabeza del animal para permitir un disparo más preciso y también que la cabeza del animal se libere inmediatamente después que el animal ha sido noqueado. Según este mismo autor el uso de un refrenamiento mecánico en la cabeza mejorará la exactitud del aturdimiento, pero puede aumentar la tensión del animal si se usa inadecuadamente, por lo que para minimizar esta tensión, el animal debe aturdirse dentro de 5 segundos después de sujeta la cabeza. En un estudio realizado en esta misma planta, Muñoz (2009) señala que la mayoría de los animales (92%) permaneció sujeto por un tiempo prolongado (\geq a 5 segundos). La idea es que los animales entren fácilmente al dispositivo de sujeción, pero sin generar estrés y además, el cajón debe permitir al operario un libre acceso a la frente del animal.

Grandin (1998^b; 2002) señala que la causa más común asociada a problemas de bienestar animal durante el noqueo, es la falta de mantención de la pistola de proyectil retenido. Al respecto también Blackmore y Delany (1988) y la HSA (2006) mencionan que la falta de mantención regular de la pistola puede reducir la fuerza del impacto hasta en un 50%. Al consultar respecto a la mantención del equipo utilizado por la planta donde se realizó el estudio, se nos señaló que existe una limpieza y lubricación diaria y un desarme y limpieza total de la pistola una vez por semana. Las instrucciones del fabricante (JARVIS 2002) señalan que se debe hacer una limpieza y lubricación diaria; la mantención diaria de una pistola debe incluir un examen visual global para evidenciar algún daño y así cambiar las

piezas que denoten un excesivo uso, quitarles la sangre, pelos e inspeccionar la condición de los pulidores y lubricar el equipo en general. Gardner (1999) coincide con esto y señala que para asegurar un buen desempeño se debe seguir cuidadosamente las instrucciones de mantención y limpieza. Respecto a esto Grandin (2002) señala que en su experiencia las plantas faenadoras que tienen buena eficiencia, tienen una persona que puede dedicar 30 a 60 minutos al día para reparar las pistolas. Cada planta debería elaborar un sistema verificable de mantenimiento para los equipos de insensibilización de perno retráctil (Grandin 2002). Al respecto, se pudo constatar que la planta cuenta con manuales de las distintas operaciones que se realizan, en donde se especifica cómo efectuar la insensibilización y qué acciones no se deben hacer.

Grandin (2000) destaca que la mejora en el porcentaje de animales que cae al primer disparo no sólo se logra preocupándose de los puntos señalados en los párrafos anteriores, sino que también tiene un papel importante, la constante vigilancia por parte de las gerencias de las plantas.

6.2. NÚMERO DE ANIMALES CON SIGNOS INDICADORES DE SENSIBILIDAD

Con respecto a los signos de sensibilidad la HSA (2006) plantea que todo animal que presenta alguno de estos signos está sensible, por lo tanto, según los resultados obtenidos (ver cuadro 2), un porcentaje mayor al aceptable (0,2%) de animales estaba sensible al momento de ser desangrado. Sin embargo, existe un cierto grado de controversia en cuanto a los signos que deben ser considerados más fiables para medir la eficiencia de la insensibilización (Gouveia y col 2009). Si bien la presencia de cada signo por sí solo no es concluyente respecto a la existencia de sensibilidad, la presencia de varios de ellos, como en este caso, refleja una baja eficacia en cuanto al logro de inconsciencia en los animales (Blackmore y Delany 1988), existiendo un serio compromiso del bienestar de éstos.

Blackmore y Delany (1988) mencionan que para el caso de respiración rítmica, si bien es cierto debiera cesar después de efectuado el disparo, no existe una correlación directa entre respiración rítmica y sensibilidad. Ello podría explicar el relativo alto porcentaje de animales con presencia de respiración rítmica obtenido, de lo cual se puede deducir que es posible que no todos los animales que presentaron dicho signo estaban sensibles al momento de ser desangrados. Por otro lado, Gracey y col (1999) consideran que la ausencia de respiración rítmica es el signo más constante de pérdida de conocimiento, mientras que Grandin (2002) considera que la insensibilidad se alcanza cuando está presente una cabeza inerte, lengua extendida y mirada en blanco, los que en este caso no estaban presentes en un alto porcentaje (cuadro 2).

Las clases más afectadas en este estudio en cuanto a presencia de respiración rítmica fueron los bueyes y toros, agrupados como “otros”, con un 16,7% seguido de las vacas con un 16,2%. Esto coincide con lo señalado por Gouveia y col (2009) quien establece que la eficiencia en el aturdimiento disminuye considerablemente con la edad de los bovinos. Los

cambios anatómicos que ocurren en el cráneo de la especie bovina a medida que el animal va creciendo y que fueron ya mencionados podrían explicar dicho hallazgo (Sisson 1986). Se espera que a medida que el ganado adulto presenta un hueso frontal más grande y más grueso, lo que es especialmente válido en el caso de toros y bueyes, en algunos animales el cerebro puede quedar fuera del alcance normal del efecto de la pistola y no provocar conmoción cerebral (Gouveia y col 2009).

Para el reflejo corneal y/o movimientos oculares, Blackmore y Delany (1988) indican que éstos pueden persistir incluso en animales profundamente anestesiados y Gardner (1999) indica que para confirmar que un animal está insensible, el reflejo corneal se mantiene por cuatro a cinco minutos. No obstante, Grandin (1994) indica que para asegurar que el ganado esté inconsciente, se debe prestar atención a los reflejos oculares; al tocar el párpado o la córnea no debe haber respuesta y que si un animal pestañea, esto indica que no ha sido aturdido adecuadamente. Respecto a este estudio, el 4,9% del total de animales presentaron movimientos oculares y/o pestañeo siendo las vacas (16,2%) y los otros bovinos como bueyes y toros (16,7%) los más afectados.

Según lo planteado por Grandin (1998^b; 2000), los resultados obtenidos estarían fuera del rango considerado “aceptable” el cual establece menos de 1 por 500 animales con signos de retorno a la sensibilidad. A pesar de esto, es necesario señalar que los resultados obtenidos en este estudio son muy inferiores a los obtenidos por Cartes (2000), quien encontró que los signos más frecuentemente encontrados en tres plantas faenadoras del país fueron respiración rítmica con 82,5% y vocalización con 45%. En cambio son similares a los obtenidos más recientemente por Cáraves y col (2006), quien registró un 4,1% y un 2,6% para respiración rítmica y movimientos oculares, respectivamente; adicionalmente en un estudio realizado por Gallo (2010) estos mismos signos de retorno a la sensibilidad fueron encontrados sólo en un 0,5% en ésta y otras plantas; en general se puede señalar que aunque todavía la eficacia de la insensibilización es baja, los resultados muestran un progreso en cuanto hay menor presentación de signos de conciencia post disparo.

6.3. INTERVALO DE TIEMPO ENTRE DISPARO EFECTIVO Y DESANGRAMIENTO

El desangramiento implica seccionar las arterias carótidas comunes y las venas yugulares externas, o los vasos sanguíneos de los que éstas surgen del corazón, con un cuchillo largo que se inserta entre las dos primeras costillas, lo más cerca posible del corazón (Blackmore y Delany 1988; HSA 2006). Este proceso debe realizarse lo más pronto posible después del impacto con la pistola, para así lograr la muerte rápida del animal por pérdida de sangre antes de que pueda recobrar la conciencia (HSA 2006). Esto es especialmente válido para la pistola de proyectil retenido no penetrante ya que es un método que puede ser reversible si el golpe no tiene suficiente fuerza.

Warriss (1984) señala que la principal razón por la que es importante un desangramiento rápido es asegurar una muerte cerebral temprana y con ello una muerte humanitaria del animal. De los resultados obtenidos (cuadro 3), llama la atención que sólo un 17,2% de los animales fueron desangrados antes de un minuto, encontrándose la mayor frecuencia (81,4%) en un rango superior de intervalo (entre 1,01 a 2 minutos). Esto no concuerda con lo planteado por la HSA (2006), en que el intervalo entre disparo y desangramiento debiera mantenerse al mínimo, siendo aceptables intervalos máximos de 60 segundos para el sistema de perno cautivo con penetración y de 30 segundos para aquél de perno cautivo sin penetración. En relación a esto, la OIE (2009) incluso señala que los animales aturcidos con pistola de proyectil retenido no penetrante deben ser sangrados antes de 20 segundos, sin retraso o demora, y que no deben ser insensibilizados si no van a ser sacrificados inmediatamente; este corto tiempo se debe justamente a la duración del efecto de la pistola no penetrante y la posibilidad de que el animal retorne a la conciencia si no es sangrado prontamente (Gallo 2010). El Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) efectúa una fiscalización continua respecto a estas medidas en virtud del Acuerdo de Asociación entre Chile y la Unión Europea (UE) en todas las plantas faenadoras autorizadas para la exportación; no obstante se ha puesto énfasis en sangrar los animales antes de un minuto por lo que señalaba el antiguo reglamento de mataderos (MINAGRI 2004) cuando se usaba la pistola de proyectil retenido penetrante, pero no se ha enfatizado sobre el desangramiento antes de los 30 segundos, que es lo recomendado para la pistola de proyectil retenido no penetrante.

Es importante señalar que la reglamentación chilena vigente de mataderos (MINAGRI 2009), indica que el desangramiento deberá efectuarse inmediatamente después de insensibilizado o muerto el animal y se llevará a cabo en todo caso antes que los animales recuperen la conciencia. Lo anterior en ningún caso implica que actualmente no exista un tiempo máximo que debe cumplirse entre ambas operaciones (Gallo 2010).

Una de las causas de sangrar los animales en tiempos superiores a 1 minuto fue por problemas del noqueador, observándose una falta de coordinación de éste con el sangrador. Esto coincide con lo señalado por Cáraves y col (2006) en un estudio realizado en seis plantas faenadoras del país, en que se evidenció un problema de coordinación entre el noqueador y el sangrador, dado que sólo un 36,8% de los bovinos fue sangrado antes de un minuto, por lo tanto, este problema no sería único de esta planta faenadora. El noqueador debe fijar la velocidad de trabajo en base al ritmo empleado por el sangrador, y no por la cantidad de animales a faenar en la jornada (Cartes 2000); es decir, debe imperar la coordinación de ambos operarios para mantener al mínimo el tiempo entre noqueo y desangramiento, y así lograr una mayor eficacia en el proceso del desangrado y proteger el bienestar animal.

Sin embargo, otro problema observado fue que el lugar de desangramiento estaba relativamente alejado del lugar donde el animal era elevado, trayecto que demoraba por lo menos 30 segundos desde que se empezaba a elevar al animal hasta que llegara al lugar de desangramiento; así la lentitud con que operaba el tecele producía un aumento en el intervalo entre disparo efectivo y el desangramiento. Por tanto, se necesitaría rediseñar o realizar

modificaciones del tecele, o sangrar al animal en altura antes de colgarlo, para así disminuir dicho intervalo.

Además, se evidenció una falta de conocimiento por parte de los operarios respecto al tiempo para sangrar los animales (20 segundos) cuando se utiliza la pistola de proyectil retenido sin penetración de cráneo. Hubo varias ocasiones en que sí se logró la sangría en menos de un minuto, sin embargo Gallo (2010) señala que actualmente ninguna planta logra desangrar a los bovinos antes de 30 segundos con los sistemas de tecele y desangrado existentes, por lo cual se requieren adecuaciones en cuanto a la infraestructura. Por otra parte la presencia de signos como el pataleo (cuadro 3) además de los movimientos involuntarios de los animales posterior al noqueo, impedían al operario encadenar rápidamente el miembro posterior y elevar al animal, lo cual podría estar contribuyendo a incrementar el intervalo entre noqueo y desangrado. Adicionalmente se observó problemas con animales de gran tamaño, difíciles de elevar, que contribuían a la demora en el desangramiento, ya que eran más difíciles de movilizar y manipular por parte del sangrador.

6.4. INSPECCIÓN DE CABEZAS DE BOVINO CON RELACIÓN A LA PRESENCIA DE FRACTURAS

De acuerdo a los resultados obtenidos, del total de cabezas inspeccionadas (cuadro 4) (n=694) un 41,6% presentaban fracturas de algún grado. De acuerdo a la graduación de las fracturas (1, 2 y 3), el 39,5% del total de cabezas inspeccionadas presentaron fracturas grado 1. A pesar de que basados en el principio de que la pistola de proyectil retenido sin penetración no debe fracturar el cráneo, según los resultados obtenidos en el grado 3 de fracturas (0,1%) la situación podría parecer no tan seria, esto debe considerarse ya que las canales cuyas cabezas presentan fracturas craneales no tienen posibilidad de ser exportadas (Reglamento de la Unión Europea 2009). Por lo tanto, es importante que la gerencia no descuide todas aquellas operaciones involucradas en la insensibilización, a través de una supervisión constante, así como la capacitación periódica de los operarios cuando existen cambios en el equipamiento, como ocurrió en esta planta cuando se reemplazó la pistola de proyectil retenido penetrante por una sin penetración de cráneo.

En relación a la asociación de fracturas con otras variables observadas en este estudio, se determinó una asociación estadísticamente significativa ($p < 0,05$) entre el número de disparos y las fracturas craneales; es decir, mientras se efectúe un mayor número de disparos habría mayor presencia de fracturas en los cráneos de los animales, lo que resulta lógico ya que se ha aplicado varios golpes en el mismo lugar.

De acuerdo a lo observado en este estudio las vacas fueron la clase animal mayormente afectada con un 63,5% de cabezas fracturadas, lo cual sugiere que los animales de mayor edad estarían más propensos a sufrir fracturas con la pistola de proyectil retenido no penetrante que el resto de las clases animales. Al respecto, la HSA (2006) señala que la pistola de proyectil

retenido no perforante no se recomienda en animales de menos de 8 meses de edad, toros sementales maduros o vacas de edad avanzada. Las edades de las hembras pertenecientes a este grupo eran superiores a 4 años según cronometría dentaria. Otro aspecto que podría explicar estos resultados es el uso de la presión de mayor nivel en las vacas (animales de mayor tamaño), de acuerdo a la regulación de presión establecida previamente según tamaño animal (215 psi). Al respecto, la OIE (2009) señala que el equipo de aturdimiento debe ser utilizado de acuerdo a las recomendaciones del fabricante, en particular en lo que respecta a la especie y el tamaño del animal.

Si bien en este estudio no fue posible la determinación de la raza, las vacas correspondían a animales principalmente de explotaciones lecheras. Esta condición sugiere mayor susceptibilidad desde el punto de vista de fragilidad ósea tanto porque las razas lecheras tienen huesos más delgados, como a consecuencia de la pérdida de diversos nutrientes que sufren las vacas durante su vida productiva. El calcio y el fósforo son los principales componentes minerales del tejido óseo, sin embargo para mantener el hueso la estabilidad de su estructura también necesita niveles adecuados de cobre, zinc y yodo (Unger 2008). Además, la resistencia del tejido óseo no sólo está dada por estos elementos, sino que también por su compleja trama proteica compuesta principalmente por colágeno tipo I (Unger 2008). El volumen de los cambios, en cuanto a ingreso y secreción de nutrientes, y la rapidez con que puedan ocurrir es lo que disminuye la estabilidad metabólica del animal (Blood y Radostits 1992); por lo tanto, esta situación podría determinar una disminución de reservas de oligoelementos en los huesos tornándose éstos más frágiles, lo cual podría explicar el elevado porcentaje (63,5%) de fracturas en las vacas.

Otro aspecto que podría considerarse es la constitución del tejido óseo en animales de mayor edad. Si bien no existe información respecto a la osificación en la especie bovina, comparativamente con la especie ovina (corderos) según lo señalado por García-González (1981) existen diferencias sexuales en relación al grosor de la pared craneana, en donde los machos poseen mayor grosor que las hembras lo cual podría explicar dichos resultados (cuadro 4). Ello debe considerarse como un esfuerzo adaptativo relacionado con el comportamiento agresivo como luchas cabeza contra cabeza propias de los machos en épocas de apareamiento (García-González 1981).

Finalmente, la presencia de fracturas craneales en los animales faenados tiene un efecto negativo importante desde el punto de vista sanitario, para la exportación y apertura a nuevos mercados de carne bovina y sus derivados. La insensibilización mediante pistola de proyectil retenido no penetrante, al producir fractura, puede introducir fragmentos de tejido cerebral dentro de la circulación venosa en algunos casos, constituyendo un riesgo de contaminación de la canal con tejido potencialmente infectado con el agente de la Encefalopatía Espongiforme bovina (Coore y col 2005). Actualmente Chile está en riesgo insignificante según la OIE respecto a esta enfermedad, por lo tanto, podría no ser necesario el uso de esta pistola, considerándose por otro lado que su utilización puede representar un problema de bienestar animal, ya que no se sangra antes de 30 segundos. El Reglamento de la Unión Europea (2009) que comenzará a regir a partir del año 2013 establece parámetros clave para el uso de la pistola de proyectil retenido no penetrante y requisitos específicos en donde se menciona que cuando

se emplee este método de aturdimiento los explotadores de empresas prestarán especial atención a evitar que se fracture el cráneo.

CONCLUSIONES

Se acepta la hipótesis de este estudio que señala que existe un problema de eficacia en el método de insensibilización con pistola de proyectil retenido sin penetración de cráneo, dado que menos del 95% de los bovinos observados cae al primer intento de disparo.

La baja eficacia en el uso de la pistola de proyectil retenido sin penetración de cráneo en la insensibilización de bovinos también se demuestra por la presencia de signos de retorno a la sensibilidad en porcentaje mayor al considerado aceptable, principalmente: respiración rítmica y movimientos oculares y/o pestañeo; con lo que hay un compromiso del bienestar de los animales.

Se evidencia un problema en cuanto al intervalo disparo-desangramiento, ya que en general es mayor a un minuto requiriéndose para la pistola de proyectil retenido no penetrante menos de 30 segundos.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Arcos S. 1994. Estudio de factores condicionantes de carnes de corte oscuro (D.F.D) en novillos: efecto de factores extrínsecos e intrínsecos. *Memoria de título*, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Blackmore D, M Delany. 1988. Slaughter of stock. Capítulo 4: Assessment of Insensibility, páginas 23-27. Department of Veterinary Pathology and Public Health Massey University. Publication N° 118. Veterinary Continuing Education Massey University, Palmerston North New Zeland.
- Blood D C, O M Radostits. 1992. Enfermedades metabólicas. En: Blood D (ed). *Medicina Veterinaria*. 7ª ed., Pp 1184-1188.
- Cáraves M, C Gallo, A Strappini, L Aguayo, A Barrientos, R Allende, F Chacón, I Briones. 2006. Evaluación del bienestar animal de bovinos durante el manejo ante mortem en seis plantas faenadoras en Chile. *Libro de resúmenes XXXI de la Sociedad Chilena de Producción Animal A. G.* 31, Pp 179-180.
- Cartes MM. 2000. Evaluación de la eficacia en el uso de la pistola de proyectil retenido para insensibilizar ganado bovino en tres plantas faenadoras de carne de la Décima Región. *Memoria de título*, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Coore R, S Love, J L McKinsty, H R Weaver, A Philips, T Hillman, M Hiles, C R Helps, M H Anil. 2005. Brain tissue fragments in jugular vein blood of cattle stunned by use of penetrating or nonpenetrating captive bolt guns. *J Food Prot* 68, 882-884.
- Daly C. 1985. Recent developments in captive bolt stunning. Humane slaughter of animals for food (UFAW). Universities Federation for Animal Welfare, Potters Bar, Herts, England.

- Daly D, D Prendergast, J Sheridan, I Blair, D McDowell. 2002. Use of a marker organism to model the spread of central nervous system tissue in cattle and abattoir environmental during commercial stunning and carcass dressing. *Applied Microbiol* 68, 791-798.
- Ewbank R, M Parker, C. Mason. 1992. Reaction of cattle to head restraint at stunning: A practical dilemma. *Anim Welf* 1, 55-63.
- Finnie J. 1993. Brain damage caused by a captive bolt pistol. *J Com Pathol* 109, 253-258.
- Gallo C. 2010. Diagnóstico e implementación de estrategias de bienestar animal para incrementar la calidad de la carne de rumiantes de abasto. Informe Final Proyecto FIA-PI-C-2005-1-P-01.
- Gallo C, M Cartes. 2000. Insensibilización en bovinos: evaluación de la eficacia de la pistola de proyectil retenido en 3 plantas de la X Región. *XII Congreso de Medicina Veterinaria*. Universidad de Chile, Santiago, 24-27 de octubre.
- Gallo C, N Tadich. 2004. Bienestar animal y calidad de carne durante los manejos previos al faenamiento en bovinos. Parte II. *Vetermás* 3, 2-5.
- 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 de equipamiento y capacitación del personal. *Arch Med Vet* 35, 159-170.
- García-González R. 1981. Crecimiento del esqueleto en corderos de Raza Aragonesa ecotipo Ansotano. I. Cráneo. P. *Cent Pif Bol exp* 12, 125-142.
- Gardner D. 1999. Practical and humane methods for bovine euthanasia. *Vet Med* 94, 92-93.
- Gouveia K, P Ferreira, J Roque da Costa, P Vaz-Pires, P Matins da Costa. 2009. Assessment of the efficiency of captive-bolt stunning in cattle and feasibility of associated behavioral signs. *Anim Welf* 18, 171-175.
- Gracey J, D S Collins, R Huey. 1999. Humane Slaughter. *Meat Hygiene* 197-222.

- Grandin T. 1993. Handling and welfare of livestock in slaughter plants. In: Grandin T (ed). *Livestock handling and transport*. CAB International, Wallingford, England, Pp 289-307.
- Grandin T. 1994. Guías recomendadas para el manejo de animales para empacadores de carne. American Meat Institute, Pp 1-22.
- Grandin T. 1998^a. Objective scoring of animal holding and stunning practices at slaughter plants. *JAVMA* 212, 36-39.
- Grandin T. 1998^b. Buenas prácticas de manejo para el arreo e insensibilización de animales. *Informativo sobre carne y productos cárneos*. Universidad Austral de Chile. 22, 124-136.
- Grandin T. 2000. Effect of animal welfare audits of slaughter plants by a major fast food company on cattle handling and stunning practices. *JAVMA* 216, 848-851.
- Grandin T. 2002. Return to sensibility problems after penetrating captive bolt stunning of cattle in commercial beef slaughter plants. *JAVMA* 221, 1258-1261.
- Gregory N. 1998. *Animal Welfare and Meat Science*. Capítulo 1, Animal welfare and meat market, pp 1-14. CAB International.
- Humane Slaughter Association (HSA). 2006. Insensibilización de Ganado con Pistola Neumatica de Perno Cautivo. 4^a edición. Pp. 3-13.
- JARVIS. 2002. Catálogo de pistola noqueadora neumática, modelo AN-10K. Buenos Aires. Argentina.
- Leach T. 1985. Pre-slaughter stunning. En: R. Lawrie (ed.) *Developments in meat science-3*. 1985. Elsevier Applied Science Publishers, London. Pp 51-63.
- MINAGRI. 2004. Reglamento de funcionamiento de mataderos, cámaras frigoríficas y centrales de desposte y fija equipamiento mínimo de tales establecimientos. Decreto N° 342. Publicado en el Diario Oficial 9 de septiembre de 2004.

- MINAGRI. 2009. Reglamento de funcionamiento de mataderos, cámaras frigoríficas y centrales de desposte y fija equipamiento mínimo de tales establecimientos. Decreto N° 94. Publicado en el Diario Oficial 2 de junio de 2009.
- Muñoz D. 2009. Evaluación del bienestar animal durante el proceso de insensibilización en bovinos, usando indicadores conductuales y de manejo. *Memoria de título*. Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Muñoz D, C Gallo, A Strappini. 2009. Evaluación del bienestar animal durante el proceso de insensibilización en bovinos usando indicadores conductuales y de manejo. *Libro de Resúmenes XXXIV de la Sociedad Chilena de Producción Animal A. G.* 34, Pp 248-249.
- OIE, Organización Mundial de Sanidad Animal. 2009. Normas Sanitarias. *Código Sanitario para Animales Terrestres*. Directrices para el sacrificio de animales destinados al consumo humano. Parte 3, título 3.7. , anexo 3.7.5.
- Sisson S. 1986. Osteología rumiante. *Anatomia dos Animais Domésticos, Primera Edición*, 693-735. Editora Guanabara Koogan SA: Rio de Janeiro, Brazil.
- Unger M. 2008. Importancia fisiológica de los microminerales en el metabolismo óseo. *Red Vet* 9, nº 10.
- Unión Europea. Consejo de la Unión Europea. 2009. Reglamento (CE) N° 1099 relativo a la protección de los animales en el momento de la matanza.
- Warriss P. 1984. Exsanguination of animals at slaughter and the residual blood content of meat. *Vet Rec* 115, 292-295.
- Warriss P. 1996. Insensibilización y sacrificio de animales. *Informativo sobre carne y productos cárneos N° 21*, 47-58.
- Whittington P. 1993. Session 5: Mechanical stunning methods. En: *Animal Welfare Officer Training Course*. Universidad de Bristol, Inglaterra. Pp, 16-21.

Wotton S. 1993. Session 4: Stunning (general). En: *Animal Welfare Officer Training Course*.
Universidad de Bristol, Inglaterra. Pp, 14-15.

8. AGRADECIMIENTOS

A mis padres Rosa y Oscar por guiarme en este proceso, por su paciencia y entrega absoluta, inculcándome sólidos valores para enfrentar la vida con honestidad y respeto, por su ayuda y apoyo incondicional.

A mis amigos, hermanos por elección, que me han apoyado sin dilación, entregándome su cariño y compañía; gracias por los hermosos momentos vividos, las experiencias compartidas y por estar junto a mí ayer, hoy y siempre.

A la Dra. Carmen Gallo, por su gran colaboración, disposición, constante estímulo y por los conocimientos y valores entregados.

A la administración y personal de la planta faenadora Procesadora de Carnes del Sur FRIVAL S.A. por colaborar y facilitar la ejecución de este estudio.