

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS
INSTITUTO DE CIENCIA ANIMAL Y TECNOLOGÍA DE CARNES

**CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE LOS SISTEMAS DE
INSENSIBILIZACIÓN UTILIZADOS EN EQUINOS.**

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

MARIO EDUARDO CÁRAVES HECK.

VALDIVIA – CHILE

2004

PROFESOR PATROCINANTE:

Dra. Carmen Gallo S.

PROFESORES CALIFICADORES:

Dra. Lucía Vits D.

Dr. Rafael Tamayo C.

FECHA DE APROBACIÓN: 08 de Noviembre de 2004.

INDICE

	PÁGINA
1. RESUMEN	1
2. SUMMARY	2
3. INTRODUCCIÓN	3
4. MATERIAL Y MÉTODOS	11
5. RESULTADOS	14
6. DISCUSIÓN	22
7. BIBLIOGRAFÍA	31
8. ANEXOS	35
9. AGRADECIMIENTOS	44

1.- RESUMEN.

Este estudio se llevó a cabo durante enero del año 2004 en las tres principales plantas faenadoras de carne de equino de la región Metropolitana, en donde se observaron un total de 333 equinos, con el objetivo de evaluar la eficacia del proceso de insensibilización. La metodología utilizada fue la observación y muestreo de un mínimo de 100 animales en cada planta, usando todos aquellos de la faena habitual de la semana.

Se registraron antecedentes generales sobre el proceso de insensibilización en cada planta y los siguientes antecedentes específicos: número de intentos de disparo o número de aplicaciones de electricidad por animal, presencia de signos indicadores de sensibilidad y tiempo entre el primer disparo o aplicación eléctrica y sangría; también se determinó en 100 cabezas la puntería del operario noqueador respecto al blanco ideal. Se aplicó un análisis descriptivo.

En la planta A se utiliza una pistola de proyectil retenido sin penetración de cráneo impulsada mediante fulminante. En la planta B se utiliza una pistola de proyectil retenido con penetración de cráneo de tipo neumática. En la planta C los caballos son insensibilizados mediante electricidad utilizando un bastón que cuenta con sólo un electrodo.

Los resultados más importantes como promedio de las tres plantas fueron los siguientes: el porcentaje de animales que cayó al primer intento fue de un 52.6%; en cuanto a la observación de signos indicadores de sensibilidad, se encontró presencia de respiración rítmica (8.8%), movimientos oculares (4.7%), reflejo corneal (5.8%), elevación de cabeza (3.6%), intento de incorporarse (1.5%) y vocalización (0.9%). Al analizar el intervalo (minutos) entre primer disparo o aplicación eléctrica y sangría, se evidencia un problema de coordinación entre el noqueador y el sangrador, dado que sólo un 51.6% de los equinos fue sangrado antes de un minuto. Posteriormente se examinó la posición de las lesiones encontradas en las cabezas inspeccionadas post mortem con respecto al blanco ideal (plantas A y B), donde sólo un 22.4% se encontró hasta 2 cm del blanco, concluyendo que existe un déficit en cuanto a la puntería de los noqueadores y una necesidad de capacitar a los operarios encargados de la insensibilización. En la planta C no se inspeccionaron cabezas debido a que la aplicación de electricidad no deja marcas visibles en el cráneo.

Se acepta la hipótesis del presente estudio en el sentido que menos del 95% (mínimo aceptable) de los animales cae al primer intento de disparo o aplicación eléctrica y se concluye que existe una baja eficacia en la insensibilización de equinos, tanto al usar conmoción cerebral como aplicación de electricidad. De esta manera no se está cumpliendo el objetivo de evitar el sufrimiento innecesario de los animales destinados a producción de carne.

Palabras clave: equinos, insensibilización, conmoción cerebral, electronarcosis.

2.- SUMMARY.

Characterization and evaluation of the stunning systems used for horses.

This study was performed during January 2004 in the three main equine slaughter plants of the Metropolitan Region, where a total of 333 horses were observed and scored during slaughter in order to evaluate the efficiency of the stunning process. The methodology used was basically the one indicated by Grandin (1998) scoring at least 100 animals in each plant. General information on the stunning process was collected and the specific observations registered in each animal were: the number of attempts (shots or electricity applications) required to induce insensibility, the presence of return to sensibility signs and the stun to stick time; also 100 heads were inspected afterwards in order to count the number of lesions on the skulls and their location respect to the ideal shooting position. A descriptive analysis was used.

In plant A a non penetrating captive bolt pistol was used, impelled by cartridges with gunpowder. In plant B a penetrating captive bolt pistol was used, that was impelled through a pneumatic system. In plant C the horses were stunned using electricity applied to the forehead by means of a stick with only one electrode at its end.

The main results on average for the three plants were: 52.6% of the horses were stunned at the first attempt; regarding the presence of return to sensibility signs it was found that rhythmical breathing was present in 8.8%, eye movements were present in 4.7%, corneal reflex in 5.8%, head elevation in 3.6%, attempts to stand up in 1.5% and vocalization in 0.9% of the horses. When the stun to stick time was analyzed, a coordination problem became evident, because only 51.6% of the horses were actually bled within one minute after stunning. When the location of the lesions on the skull was measured respect to the ideal stunning position (plants A and B), it was found that 22.4% of them hit the target (within 2 cm), concluding that personnel training is needed. In plant C the heads were not inspected due to the fact that the application of electricity did not leave visible marks on the skull.

The hypothesis of this study is accepted in terms that less than 95% (minimum acceptable) of the animals are stunned at the first attempt, concluding that there is a low efficiency in the stunning of horses, by using captive bolt pistol as well as with the application of electricity. Hence, the main objective of the stunning process, meaning that the animals do not suffer unnecessary pain during slaughter, is not achieved.

Key words: equines, stunning, captive bolt , electricity.

3.- INTRODUCCIÓN.

3.1.- ANTECEDENTES GENERALES.

La especie equina ha tenido mucha importancia a lo largo de la historia del hombre, entre otros motivos por haber sido un excelente medio de transporte y de carga, constituyendo además una sustancial fuente de alimentación. Con el tiempo y el avance tecnológico fue perdiendo su importancia como animal de trabajo, llegando a ser hoy en día un animal más bien de actividades deportivas, y sólo en regiones más marginales ha permanecido como una herramienta de trabajo (Ensminger, 1973). Sin embargo, el consumo de carne de caballo sigue siendo una realidad en muchos países, siendo los que más faenan y consumen: China, México, Kazajstán, Argentina, Mongolia, Italia y Brasil (Faostat agriculture data, 2002).

La carne de équidos es esencialmente rica en vitaminas hidrosolubles, fundamentalmente las del grupo B, por ser carne pobre en grasa. Con relación a la terneza, se considera que la carne de caballo es más tierna que la de otras especies por su particular distribución del tejido conectivo, presentando un bajo grado de polimerización del colágeno. Además, la carne de caballo es muy rica en hierro, por lo que su composición le confiere un gran valor nutritivo equiparable a la de una res joven y magra de vacuno (Niinivaara y Antila, 1973).

En Chile, el beneficio nacional anual de equinos en los últimos diez años fue de aproximadamente 50.000 animales. En el año 2003, se beneficiaron 51.824 caballos (ODEPA, 2004). Las empresas que realizan el mayor beneficio de ganado equino en el país se encuentran en la región Metropolitana y ellas son: Frigorífico Camer S.A., Frigorífico Darc S.A. y Frigorífico La Pintana S.A. con respectivamente un 51.8%, un 26.5% y un 21.7% aproximadamente (Anon., 2003).

Los equinos, al igual que las otras especies destinadas a la producción de carne, experimentan previo al sacrificio una sucesión de eventos que producen estrés, entre otros: provienen de diferentes lugares y distancias, son sacados de su ambiente natural, cargados en camiones, transportados y descargados en un lugar no familiar junto a otros animales desconocidos. Complementario a lo anterior existen factores ambientales adversos: frío, fatiga y restricción de espacio y alimento (Gregory, 1998). Todos los manejos antes descritos afectan el bienestar animal, por lo que resalta la importancia de realizar la faena minimizando el sufrimiento animal.

Para evitar el padecimiento y mejorar el bienestar animal se requiere cuidar el transporte, tener personal adiestrado en el manejo de los animales y, más importante aún, utilizar un método de insensibilización que permita reducir el sufrimiento de los animales al sacrificarlos (Humane Slaughter Association, H.S.A., 1998). Consecuente con lo anterior, es

indispensable que los empleados sean entrenados para manejar el ganado evitando el uso de picana eléctrica y sufrimiento innecesario.

En los últimos años tanto en el ámbito mundial como nacional, ha aumentado la preocupación por el bienestar animal, especialmente de aquellos destinados a producir carne. De acuerdo a lo anterior, el Reglamento de mataderos (Chile, 1994), establece la obligatoriedad de insensibilizar todos los animales faenados en mataderos. En relación a lo anterior, Cartes (2000) evidenció falencias en la insensibilización de ganado bovino en tres plantas faenadoras, razón por la cual es de interés describir la situación respecto al noqueo del ganado equino.

3.2. INSENSIBILIZACIÓN Y MÉTODOS USADOS.

La insensibilización, proceso también conocido como noqueo, es un método utilizado en los animales destinados a sacrificio, cuyo objetivo principal es hacer que ellos pierdan en forma inmediata la conciencia, evitando así que sientan dolor o molestias al ser sangrados (Wotton, 1993); otro objetivo secundario es lograr la inmovilidad del animal para disminuir el riesgo de accidente de los operarios. Debe pasar el menor tiempo entre la insensibilización y el sangrado, ya que el animal puede recobrar la conciencia (Gallo, 1996). La H.S.A. (1998), menciona que el intervalo entre disparo y sangría debe mantenerse al mínimo, dado que así se evita la posibilidad de un retorno a la sensibilidad, dolor y sufrimiento innecesario.

Las técnicas de noqueo recomendadas en equinos, son aquellas que causan insensibilización mediante conmoción cerebral, pudiendo ser por medio de la penetración del cráneo o sin penetración de él. Los procedimientos de insensibilización utilizados en forma correcta, provocan insensibilidad inmediata; algunos tienen efecto permanente y otros son reversibles (Gallo, 1996). Todos los métodos tienen como finalidad que el animal quede inconsciente y se mantenga así hasta la muerte por pérdida de sangre al seccionar en forma posterior los vasos sanguíneos, lo cual debe ocurrir lo más pronto posible (Warris, 1996).

El Decreto N° 342 que reglamenta sobre el funcionamiento de mataderos, cámaras frigoríficas y centrales de desposte en Chile (Chile, 1994), indica que en el cajón de noqueo, los equinos deben ser insensibilizados mediante conmoción cerebral. Para lo anterior se debe utilizar una pistola con bala cautiva (proyectil retenido), con o sin penetración de cráneo. No obstante lo dispuesto en la legislación chilena mediante el decreto mencionado, también se utiliza la aplicación de electricidad como método de insensibilización en equinos.

3.2.1 INSENSIBILIZACIÓN ELÉCTRICA.

La H.S.A. (1994) define la insensibilización eléctrica como el paso de una corriente eléctrica a través del cerebro del animal que resulta en un generalizado e inmediato estado epiléptico. El término corriente eléctrica se emplea para describir la tasa de flujo de carga que pasa por un conductor. Según Utreras (1999), la corriente eléctrica se define por la fórmula: $I = dQ / dt$, en donde:

- I: corriente eléctrica o cantidad de corriente medida en amperes.
- dQ: cantidad de carga eléctrica que pasa a través del conductor medida en Coulomb.
- dt: unidad de tiempo en que pasa dicha carga eléctrica.

Se requiere una cantidad de electricidad suficiente, aplicada por un tiempo establecido y en el lugar que asegure el paso por el cerebro, lo que causa una desorganización de la actividad eléctrica normal que origina el estado epiléptico.

El estado epiléptico producido por un noqueo efectivo tiene 3 fases:

- *fase Tónica*: que dura de 10 a 20 segundos y en la cual el animal cae, se pone rígido, la respiración rítmica se detiene, cae la cabeza y los miembros se flexionan bajo el cuerpo.
- *fase Clónica*: de duración de 15 a 45 segundos, en ésta el animal se relaja gradualmente y puede existir movimientos involuntarios de los miembros. Es ampliamente aceptado que cuando ocurre este tipo de respuestas, el animal se encuentra inconsciente y por ende insensible al dolor (H.S.A., 1994).
- *fase de Recuperación*: se presenta luego de la fase clónica y se caracteriza por un período de tranquilidad durante el cual el animal comienza a respirar rítmicamente, lo que es indicativo de retorno al estado de conciencia, razón por la cual se debe realizar la sangría antes de su presentación.

Existen dos métodos de noqueo eléctrico, aquellos que producen insensibilización mediante la aplicación de dos electrodos en la cabeza, y la técnica que agrega un tercer electrodo aplicado al cuerpo, causando además de insensibilización paro cardíaco y muerte (H.S.A., 1994), ambos tipos de sistema requieren un cronómetro indicador del tiempo de aplicación. Según Warris (2004)¹, los factores imprescindibles para lograr un noqueo eficiente mediante electricidad son la corriente aplicada, la posición correcta de los electrodos, el tiempo de aplicación suficiente y realizar la sangría cuanto antes.

¹ WARRIS, P. D. BSc, PhD, MIBiol, FIFST. 2004. University of Bristol. Division of Farm Animal Science. Department of Clinical Veterinary Science. Comunicación personal.

La H.S.A. (1994), indica que la duración del tiempo de aplicación, requerido para vencer la resistencia de los tejidos, y la cantidad de corriente pasada a través del cerebro, son los factores más importantes en causar la pérdida de conciencia, y ellos dependen a su vez del procedimiento de noqueo y tamaño del animal. Paralelamente, Grandin (1994) señala que los equipos insensibilizadores modernos utilizan un amperaje constante modificando el voltaje y tiempo de aplicación, acorde a la resistencia del animal, señalando además que el amperaje constituye el factor más importante para inducir el estado epiléptico. Las especies domésticas en las cuales está indicado este tipo de insensibilización son ovinos, caprinos y cerdos (H.S.A. 1994).

Cabe señalar que en la literatura mundial occidental no existe información de la aplicación práctica, ni proveniente de investigaciones realizadas en insensibilización eléctrica de ganado equino, por lo que se desconoce el amperaje, voltaje y tiempo de exposición adecuados para el correcto noqueo.

3.2.2 LA PISTOLA DE PROYECTIL RETENIDO Y SU USO.

Existen pistolas de proyectil retenido que pueden penetrar el cráneo o no penetrarlo. Ambos sistemas contienen un perno o proyectil, el cual es impulsado por la detonación de un cartucho de explosivo o mediante aire comprimido. Las del tipo no penetrante (figura 1) se conocen también como pistola de tipo de hongo y al ser detonada o impulsada, lanza un proyectil cilíndrico con una cabeza circular aplanada contra la superficie externa del cráneo del animal (Blackmore y Delany, 1988).

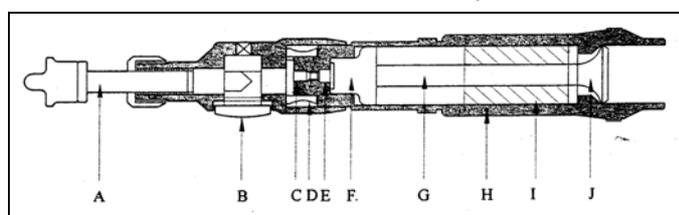


Figura 1: Pistola de proyectil retenido sin penetración de cráneo.

A: mecanismo preparador, B: disparador, C: recámara, D: eyector, E: cámara de expansión, F: pistón, G: perno cautivo (proyectil), H: cañón, I: regulador de tiro, J: cabeza de hongo.

Los instrumentos penetrantes (figura 2) mediante impulso por aire comprimido o detonación de cartucho con pólvora, hacen que un proyectil retráctil cilíndrico penetre hasta el cerebro. En este sistema el perno perfora el cráneo y retorna a la pistola a través de una manga recuperadora que lo rodea (Blackmore y Delany, 1988).

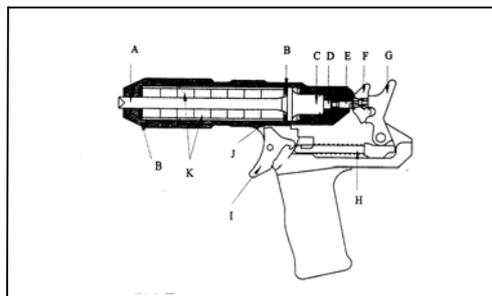


Figura 2: Pistola de proyectil retenido con penetración de cráneo.

A: perno cautivo (proyectil), B: arandelas limpiadoras, C: pistón, D: cámara de expansión, E: recámara, F: eyector que contiene aguja disparadora, G: percutor, H: mecanismo gatillador, I: disparador, J: filete, K: camisas recuperadoras.

Mediante ambos sistemas se provoca conmoción cerebral, generalmente de tipo irreversible debido a la fuerza con que el proyectil impacta el cráneo y daña el cerebro (Finnie, 1995), logrando la insensibilización del ganado. Este método de noqueo se puede utilizar en cualquier especie, y está preferentemente indicado en bovinos y equinos (H.S.A., 1998).

Un noqueo efectivo depende de la fuerza del proyectil, de la dirección del golpe y de que el impacto 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 (Horse Health Care, 2002), (figura 3).



Figura 3: Posición y dirección del golpe ideal en el noqueo de ganado equino.

En el equino la posición ideal es en la mitad de la frente, aproximadamente dos centímetros sobre el punto imaginario de cruzamiento de dos líneas trazadas desde la base del pabellón auricular al ojo opuesto. La pistola debe sostenerse en un ángulo aproximado de 70° a 80° con relación al cráneo (H.S.A., 1999).

Con el impacto del proyectil retenido se provoca conmoción cerebral y los animales caen inconscientes en forma rápida; el animal inmediatamente colapsa y luego de espasmos tetánicos breves los reflejos oculares se pierden (Finnie, 1995). Cuando el animal es noqueado con un proyectil con la debida fuerza, velocidad y dirección, la insensibilización es inmediata y permanente.

La contusión cerebral provocada por el impacto del proyectil retenido, desplaza el líquido de la zona, el encéfalo rebota en el sitio del impacto contra la pared craneana lo que es llamado golpe, pero a su vez en el lado opuesto del cráneo se produce el contragolpe. A consecuencia de la lesión del golpe y la lesión del contragolpe se provocan daños tisulares en la zona cortical. Estos daños son más intensos en el lugar de contragolpe, incluso más que en el sitio primario (Vargas, 1996). La destrucción del cerebro produce inconsciencia inmediata. El animal seguirá vivo en el sentido que el corazón seguirá latiendo, hasta que se debilite por la hemorragia, y por ello es importante que la sangría se realice lo más pronto posible (Universities Federation for Animal Welfare, UFAW, 1978).

Según la H.S.A. (1998), para reconocer un buen noqueo mediante perno cautivo, se debe observar los siguientes signos:

- El animal debe caer inmediatamente al ser noqueado.
- Hay detención de la respiración rítmica.
- El animal se vuelve rígido, con la cabeza y cuello extendido, y los miembros posteriores se doblan bajo el cuerpo.
- La posición del globo ocular está fija.
- No existe reflejo corneal positivo.
- Los puntos anteriores se encuentran en la fase tónica, la que dura 10 a 20 segundos, y en seguida ocurre un período de pataleo involuntario, fase clónica.
- Gradualmente el animal se relaja.
- La mandíbula está relajada y la lengua cuelga.

Consecuentemente, Gregory (1998) señala que los siguientes signos son indicadores de retorno a la sensibilidad debido a un mal noqueo:

- No hay una expresión fija en los ojos.
- Hay pestañeo.
- Hay reflejo ocular positivo como respuesta al tacto.
- Puede verse al animal respirando rítmicamente.
- Hay vocalización.
- La espalda del animal se arquea con intento de pararse.
- En el peor de los casos el animal no cae, o cae y se vuelve a parar.

Según investigaciones de Grandin (1998), un criterio para evaluar la eficacia de la insensibilización, es evaluar un mínimo de 100 animales en cada planta, de acuerdo a la siguiente pauta de calificación:

- 1.- Excelente: 99-100% cae insensibilizado instantáneamente al primer tiro.
- 2.- Aceptable: 95-98% cae insensibilizado instantáneamente al primer tiro.
- 3.- No aceptable: 90-94% cae insensibilizado instantáneamente al primer tiro.
- 4.- Problema serio: 90% cae insensibilizado instantáneamente al primer tiro.

Además de esto, Grandin (1998) explica que si la eficiencia al primer tiro cae por debajo del 95%, se deben tomar acciones inmediatas para mejorar este porcentaje. Según esta autora, las causas más comunes de una baja eficiencia en el uso de la pistola de proyectil retenido son la mala mantención de las mismas, una falla en el diseño ergonómico de las del tipo neumático (muy voluminosas) y además un operador fatigado. La H.S.A (1998) señala que una incorrecta posición de la pistola por parte del operario y una fuerza insuficiente del proyectil al noquear, producto de un cartucho no adecuado para el tamaño del animal a insensibilizar, son causas de una baja eficiencia.

En el mundo se ha visto en los últimos años una creciente preocupación por los animales, especialmente aquellos destinados al faenamiento. Nuestro país no está ajeno a esta situación por lo que se encuentra modernizando la legislación sobre estos temas. A través del proyecto de Ley sobre la protección de los animales (Chile, 1999) se pretende instaurar las herramientas legales que permitan prevenir y eventualmente fiscalizar situaciones de maltrato animal. Además, señala la necesidad de evitar sufrimiento a los animales previo a su sacrificio mediante métodos de insensibilización aplicados en forma previa, quedando prohibida la matanza sin previo aturdimiento.

Se debe tener presente que desde la puesta en marcha de la Ley 19.162, a través de su reglamento de mataderos (Chile, 1994), no se ha hecho ningún estudio en las plantas faenadoras nacionales respecto a la efectividad del método de insensibilización en equinos, por lo que resulta interesante el plantear y tratar de evaluar estas situaciones. Para ello este estudio se propone los siguientes objetivos:

Objetivo general.

- Caracterizar y determinar la eficacia de los sistemas de insensibilización utilizados en el noqueo de equinos destinados a producción de carne, en tres plantas faenadoras.

Objetivos específicos.

- Caracterizar los sistemas de insensibilización utilizados en el noqueo de equinos.
- Determinar el porcentaje de aciertos en el uso de la pistola de proyectil retenido e insensibilizador eléctrico, registrando cuántos equinos caen al primer tiro o aplicación del insensibilizador eléctrico.
- Determinar si hay presencia de signos indicadores de sensibilidad en los animales una vez noqueados.

- Determinar el tiempo entre el primer disparo o primera aplicación eléctrica y el momento de la sangría.
- Determinar la puntería del (los) operario(s), que realiza(n) la labor de insensibilización, midiendo a qué distancia del blanco ideal se encuentra el impacto u aplicación en el cráneo de los animales.

En cuanto a la hipótesis del presente estudio, ésta se basa en que menos del 95% del ganado equino cae al primer intento de insensibilizar.

4.- MATERIAL Y MÉTODOS.

4.1- MATERIAL.

Este estudio se llevó a cabo durante el mes de enero del año 2004 en las tres principales plantas faenadoras de carne de equino de la región Metropolitana, (Plantas A, B y C), en donde se observaron un total de 333 equinos.

Para esta investigación se utilizó el siguiente material:

- Cronómetro.
- Pauta de registro de signos de retorno a la sensibilidad (anexo 1).
- Blanco de plástico transparente.
- Huincha de medir.
- Cámara fotográfica.

4.2.- MÉTODOS.

La metodología utilizada fue básicamente la indicada por Grandin (1998), quien señala que se debe muestrear un mínimo de 100 animales, usando todos aquellos de la faena habitual de la semana. Las observaciones se llevaron a cabo en un periodo de una semana por planta, de día lunes a sábado, hasta completar el mínimo requerido. En cada planta faenadora se efectuaron las siguientes observaciones:

4.2.1.-Observaciones generales.

Se anotaron las características generales del cajón de noqueo tomando sus medidas de largo, ancho y alto, como también las características de las puertas de entrada y salida de los animales. Además se registraron las características del sistema de insensibilización utilizado, consignando en el caso de las plantas A y B las características de la pistola, su sistema de propulsión y la presión de trabajo (en caso de aire comprimido). En el caso de la planta C, en que se utiliza un bastón eléctrico, se registraron las características indicadas por el fabricante.

4.2.2 Número de intentos de disparo; número de aplicaciones y tiempo de aplicación.

Se efectuó un conteo del número de tiros o aplicaciones eléctricas que realizó el operador hasta que el animal caía en el cajón de noqueo. En el caso de las aplicaciones eléctricas, se registró además el tiempo de aplicación del electrodo hasta conseguir la caída del animal. También se anotó en la pauta de evaluación cuando se utilizó un sistema de resguardo.

4.2.3 Presencia de signos indicadores de retorno a la sensibilidad.

Luego de la caída del animal, se procedió a registrar en una pauta de evaluación como presente o ausente los siguientes signos de retorno a la sensibilidad:

- **Respiración rítmica:**

Este signo se registró como presente si luego del disparo o aplicación eléctrica, y caída del animal, se observaban movimientos rítmicos en el flanco del tórax y abdomen o movimientos de los ollares, una vez abierta la puerta de salida del cajón de noqueo.

- **Reflejo corneal y movimiento ocular:**

Después de efectuada la insensibilización y fuera del cajón de noqueo, se revisó si existía reflejo corneal. Se acercó los dedos a la córnea de los animales y se registró como presente este signo en aquellos que parpadeaban como reacción al tacto. En forma contraria se registró como ausente en los que no reaccionaban o tenían una mirada fija. Paralelamente, se registró la presencia de movimiento ocular. Para considerar esta variable presente se tomó en cuenta el observar parpadeos o movimientos del globo ocular como si observara el lugar, tanto en la salida del cajón de noqueo como en la elevación en el riel de sangría.

- **Elevación de la cabeza y cuello; intento de incorporarse:**

Estos signos se evaluaron luego del disparo o aplicación eléctrica, tanto en el cajón de noqueo como también en el riel de sangría. Se consideró 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.

- **Vocalización:**

Esta es una variable que indica intranquilidad o dolor. Se consideró presente en aquellos animales que luego del disparo o aplicación efectiva emitieron sonidos, ruidos o quejidos ya sea en el cajón de noqueo o al ser elevados en el riel de sangría.

4.2.4 Intervalo entre primer disparo y el desangrado.

Se cronometró el tiempo transcurrido entre el primer disparo o primera aplicación eléctrica y el momento en que se insertó el cuchillo para la sangría.

4.2.5 Inspección de las cabezas de equino con relación al número de lesiones y su ubicación respecto al blanco.

Se inspeccionaron 50 cabezas de los equinos noqueados en la planta A y 50 cabezas correspondientes a equinos noqueados en la planta B. Se colocó un blanco transparente (figura 4) sobre la frente de cada cabeza y se midió a qué distancia del punto óptimo el noqueador efectuó sus disparos y la orientación de ellos respecto a los puntos cardinales. Además se contó el número de lesiones que se encontraban en cada cabeza. En la planta C no se inspeccionaron cabezas debido a que la aplicación de electricidad no deja marcas visibles en el cráneo.

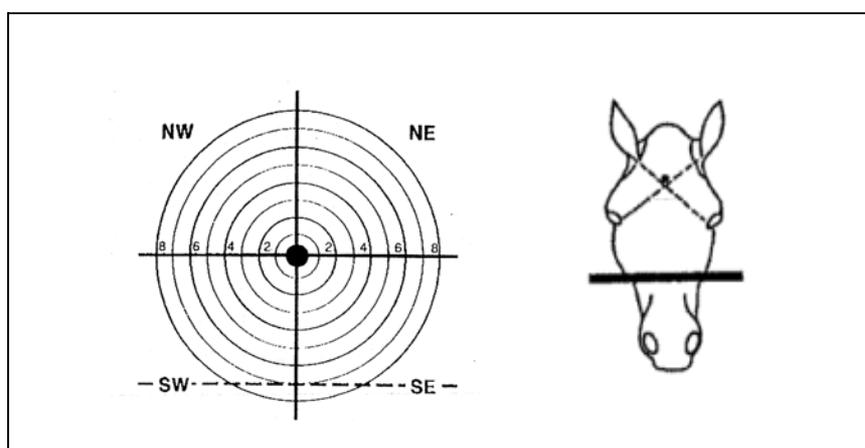


Figura 4: Blanco transparente utilizado para definir el lugar de impacto del proyectil retenido en el cráneo del equino.

Los resultados se presentan en forma descriptiva en forma de porcentajes y promedios para cada planta.

5.- RESULTADOS.

5.1- OBSERVACIONES GENERALES.

Planta A.

En esta planta faenadora se utiliza una pistola de proyectil retenido sin penetración de cráneo marca CASHKNOCKER, impulsada mediante fulminante (anexo 2). Se utiliza indistintamente del tamaño y peso del animal fulminante número 27. La mantención de la pistola se realiza periódicamente una vez por semana y en caso de fallar, no existe otra de resguardo; no obstante se encuentra a disposición del operario, a modo de sistema de emergencia, el sistema de insensibilización eléctrica utilizado en la faena de ganado bovino.

Con relación al cajón de noqueo (anexo 2), éste no es exclusivo para la insensibilización de ganado equino, también se utiliza para noquear ganado bovino. Es una estructura de fierro y cuenta con puerta de ingreso y salida de guillotina. La primera funciona manualmente y la segunda mediante aire comprimido. Igualmente, presenta un sistema de seguridad mediante barras de fierro transversales en su parte superior. No existe sistema de sujeción de cabeza.

Las medidas de este cajón son las siguientes:

- Largo: 2.55 m.
- Alto: 1.6 m.

Con respecto al ancho, éste se midió en dos sectores del cajón ya que éste presentaba un angostamiento en su base. El ancho 1 corresponde al extremo superior y el ancho 2 se refiere a la parte inferior del cajón.

- Ancho 1: 0.95 m.
- Ancho 2: 0.75 m.

Planta B.

En esta planta faenadora se utiliza una pistola de proyectil retenido con penetración de cráneo marca GIL impulsada mediante aire comprimido (anexo 3). Funciona a una presión promedio de 12 bar, es decir, 180 libras y ésta es constante ya que cuenta con compresor exclusivo para la pistola. La mantención no se realiza en forma rutinaria, sino sólo cuando ésta presenta fallas y tampoco existe una pistola de resguardo en el área de noqueo.

El cajón de noqueo (anexo 3), es exclusivo para la insensibilización de ganado equino, también es de fierro y consta de dos puertas, la de ingreso de guillotina y de salida de volteo. La primera funciona manualmente y la segunda mediante un sistema que, junto con girar la puerta, baja el piso permitiendo la salida del animal. Presenta un sistema de seguridad mediante barras de fierro transversales en su parte superior y no existe sistema de sujeción de cabeza.

Las medidas de este cajón son las siguientes:

- Largo: 2.5 m.
- Alto: 1.4 m.
- Ancho: 0.7 m.

Planta C.

En esta planta los caballos son insensibilizados mediante electricidad y para tal efecto se utiliza el noqueador eléctrico marca DINAMITA, que utiliza un bastón de noqueo (vara de aproximadamente 1 metro de largo que maneja el operador y que cuenta con un solo electrodo en su parte anterior, en anexo 4), el cual debe ser aplicado en la región frontal de la cabeza del animal. El equipo tiene un sistema de regulación de potencia de seis posiciones, en la que la posición número 1 emplea 550 volts y la número 6 utiliza 900 volts. En conformidad a Zuliani (2004)², todas las posiciones de regulación de potencia entregan como mínimo 2.5 a 3 amperes, y el tiempo de aplicación en la región frontal, debe ser de 4 a 6 segundos. Indistintamente del tamaño del animal, en esta planta se utiliza la posición número 1. Las recomendaciones del fabricante señalan realizar la limpieza diaria del electrodo y revisar el sistema completo cada 60.000 animales o cada seis meses, lo que no se realiza. En forma adicional no existe una pistola de resguardo en caso de fallar el sistema de uso habitual.

El cajón de noqueo (anexo 4), no es de exclusividad para ganado equino, también se utiliza para ganado bovino; es una estructura con la base de concreto cubierto con una lámina de fierro y el resto de la estructura también es de fierro. Cuenta con puerta de acceso de guillotina y salida de volteo, ambas funcionan manualmente. El piso del cajón de noqueo presenta un diseño en que la mitad derecha en la dirección de ingreso es de posición horizontal y la mitad izquierda presenta un desnivel con una angulación de 30° aproximadamente hacia la puerta de salida. No existe sistema de sujeción de cabeza ni de seguridad en la parte superior.

Las medidas de este cajón son las siguientes:

- Largo: 2.5 m.

² ZULIANI, C. A. 2004. Gerente general Empresa Dinamita. Provincia de Buenos Aires. Comunicación personal.

Con respecto al ancho, éste se midió en dos sectores del cajón ya que éste presentaba un angostamiento en su base. El ancho 1 corresponde al extremo superior y el ancho 2 se refiere a la parte inferior del cajón.

- Ancho 1: 0.7 m.
- Ancho 2: 0.55 m.

Con respecto al alto, éste se midió en dos sectores del cajón ya que éste presentaba una mayor altura en su lado izquierdo hacia la puerta de salida, debido al desnivel descrito en su base. El alto 1 corresponde al extremo izquierdo y el alto 2 se refiere al derecho.

- Alto 1: 1.95 m.
- Alto 2: 1.7 m.

5.2.a- NÚMERO DE DISPAROS CON PISTOLA DE PROYECTIL RETENIDO POR ANIMAL.

Cuadro 1. Porcentaje de equinos que cayeron según número de disparos efectuados con la pistola de proyectil retenido en las plantas faenadoras de carne A y B.

Nº de disparos	Planta A	Planta B
	n = 128 %	n = 101 %
1	76.6	78.2
2	14.8	13.9
3	4.7	4.0
4	0.8	1.0
5	0.0	2.0
Otro método	3.1	1.0

En el cuadro 1 se puede apreciar que en las dos plantas que utilizan el sistema de pistola de proyectil retenido, hubo bajo un 80% de animales que cayeron al primer intento.

En la planta A, en un 3.1% de los casos fue utilizado el sistema de emergencia, mediante insensibilización eléctrica.

Las frecuencias observadas se encuentran en el anexo 5.

5.2.b- NÚMERO DE APLICACIONES DEL INSENSIBILIZADOR ELÉCTRICO POR ANIMAL Y TIEMPO DE APLICACIÓN.

Cuadro 2. Porcentaje de equinos que cayeron según número de aplicaciones del sistema de insensibilización eléctrica en la planta faenadora de carne C.

Nº de aplicaciones	Planta C
	n = 104 %
1	2.9
2	71.2
3	17.3
4	6.7
5	1.9
Otro método	0

En el cuadro 2 se puede apreciar que sólo un 2.9% de los animales insensibilizados cayeron con una aplicación; además se observa que más del 97% de animales cayeron con dos o más aplicaciones.

Las frecuencias observadas se encuentran en el anexo 6.

Cuadro 3. Distribución porcentual de los tiempos de aplicación del sistema de insensibilización eléctrico en equinos en la planta faenadora de carne C.

Tiempo aplicación	Planta C
	n = 104 %
6 seg.	12.5
6.01 a 8 seg.	28.8
8.01 a 10 seg.	31.7
10.01 a 12 seg.	15.4
12.01 a 14 seg.	6.7
más de 14 seg.	4.8

En el cuadro 3 se puede apreciar que sólo a un 12.5% de los animales insensibilizados se les aplicó el bastón eléctrico por un tiempo menor o igual a 6 segundos; además se observa que el mayor porcentaje de animales (31.7%) fueron insensibilizados con un tiempo de aplicación entre 8 y 10 segundos. Asimismo se registró un 4.8% de animales insensibilizados con un tiempo de aplicación superior a los 14 segundos.

5.3- PRESENCIA DE SIGNOS INDICADORES DE RETORNO A LA SENSIBILIDAD.

Cuadro 4. Porcentaje de equinos que registró presencia de signos indicadores de sensibilidad post disparo o aplicación del insensibilizador eléctrico en cada planta faenadora.

Signos de retorno a la sensibilidad	Planta A n = 128 %	Planta B n = 101 %	Planta C n = 104 %
Respiración rítmica	8.6	16.8	1
Movimiento ocular	6.3	6.9	1
Reflejo corneal	5.5	10.9	1
Elevación de cabeza	3.9	3	3.8
Intento de incorporarse	1.6	0	2.9
Vocalización	1.6	1	0
Sin signos	89.1	82.2	96.2

En el cuadro 4 y anexo 7, se observa que los signos de retorno a la sensibilidad más frecuentemente encontrados en plantas A y B fueron respiración rítmica y reflejo corneal, en cambio en planta C fueron elevación de cabeza e intento de incorporarse.

El mayor porcentaje de presencia de respiración rítmica se registró en la planta B (16.8%), en donde también se encontró el mayor porcentaje de animales con reflejo corneal y con movimiento ocular (10.9% y 6.9%). En cuanto a animales que intentaron levantar la cabeza, los mayores porcentajes se registraron en las plantas A y C (3.9% y 3.8% respectivamente).

En la planta C se registró el mayor porcentaje de animales que intentó incorporarse (2.9%), aunque fue la planta en donde se registró el menor porcentaje de animales con respiración rítmica, movimiento ocular y reflejo corneal (1%).

5.4- INTERVALO ENTRE PRIMER DISPARO Y SANGRIA.

Cuadro 5. Distribución porcentual de los equinos observados según el intervalo (minutos) entre primer disparo y sangría en cada planta faenadora.

Rangos de Tiempo	Planta A n = 128 %	Planta B n = 101 %	Planta C n = 104 %
Menos de 1 min.	84.4	5	66.3
1.01 a 2 min.	15.6	21.7	32.7
2.01 a 3 min.	0	45.5	1.0
3.01 a 4 min.	0	19.8	0
4.01 a 5 min.	0	6	0
Más de 5 min.	0	2	0

El cuadro 5 y anexo 8 señala que, en general, solo en dos plantas el intervalo con frecuencia más alta entre primer disparo y sangría fue menos de un minuto.

Las plantas A y C registraron altos porcentajes en los rangos superiores y el intervalo de tiempo con más alta frecuencia entre el primer disparo y desangrado fue menos de un minuto, en cambio la planta B tuvo un bajo porcentaje para este mismo intervalo (5%). Esta planta tuvo intervalos de tiempo entre primer disparo y sangría superiores a 3.01 minutos (27.8%), siendo el intervalo más frecuente entre 2.01 a 3 minutos (45.5%).

5.5 INSPECCIÓN DE LAS CABEZAS DE EQUINO CON RELACIÓN A LA PRESENCIA DE LESIONES PRODUCTO DEL NOQUEO Y SU UBICACIÓN RESPECTO AL BLANCO USADO.

Cuadro 6. Distribución porcentual de la ubicación de las lesiones de proyectil encontradas a la inspección post mortem, respecto al blanco ideal en las plantas faenadoras A y B.

Distancia de lesiones referente al blanco	Planta A %	Planta B %
Dentro blanco	13.7	0
Hasta 2 cm	19.6	11.5
De 2.1 a 4 cm	39.2	25
De 4.1 a 6 cm	23.5	23.1
De 6.1 a 8 cm	3.9	32.7
De más 8 cm	0	7.7

El cuadro 6 muestra que el mayor porcentaje de disparos en el blanco se registró en la planta A (13.7%), mientras que en la planta B la mayor parte de las lesiones observadas en las cabezas se ubicaron entre 6.1 y 8 cm, observándose adicionalmente lesiones fuera del blanco (7.7%).

En la figura 5 se observa que sólo hubo un 22.4% de disparos que dieron en el blanco o máximo a 2 cm del mismo. Además se observa que el mayor porcentaje de disparos (32.1%) se ubicó entre 2.1 y 4 cm. Las frecuencias observadas se encuentran en el anexo 6.

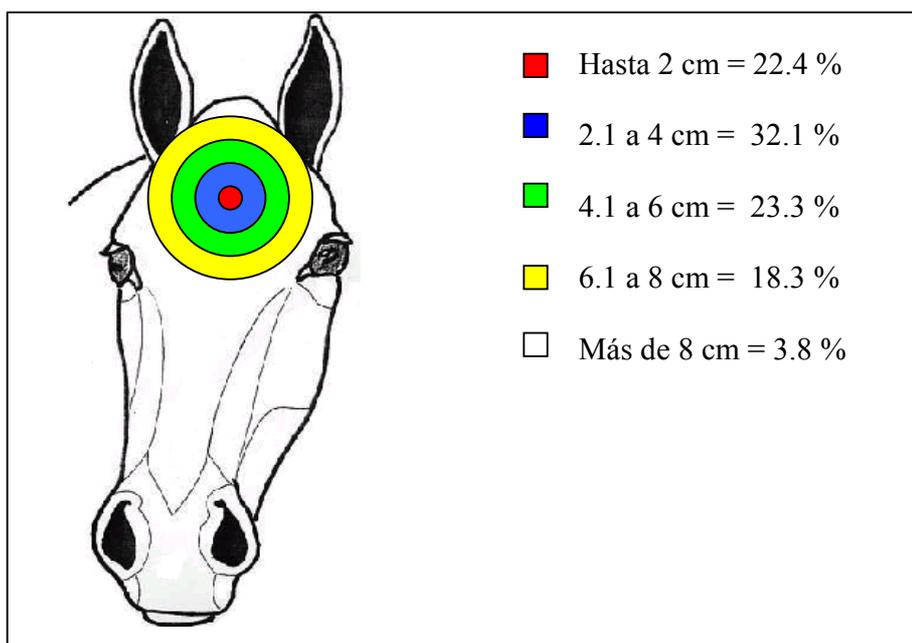


Figura 5: Distribución de la ubicación del total de lesiones encontradas en las cabezas de equino inspeccionadas post mortem respecto al blanco ideal.

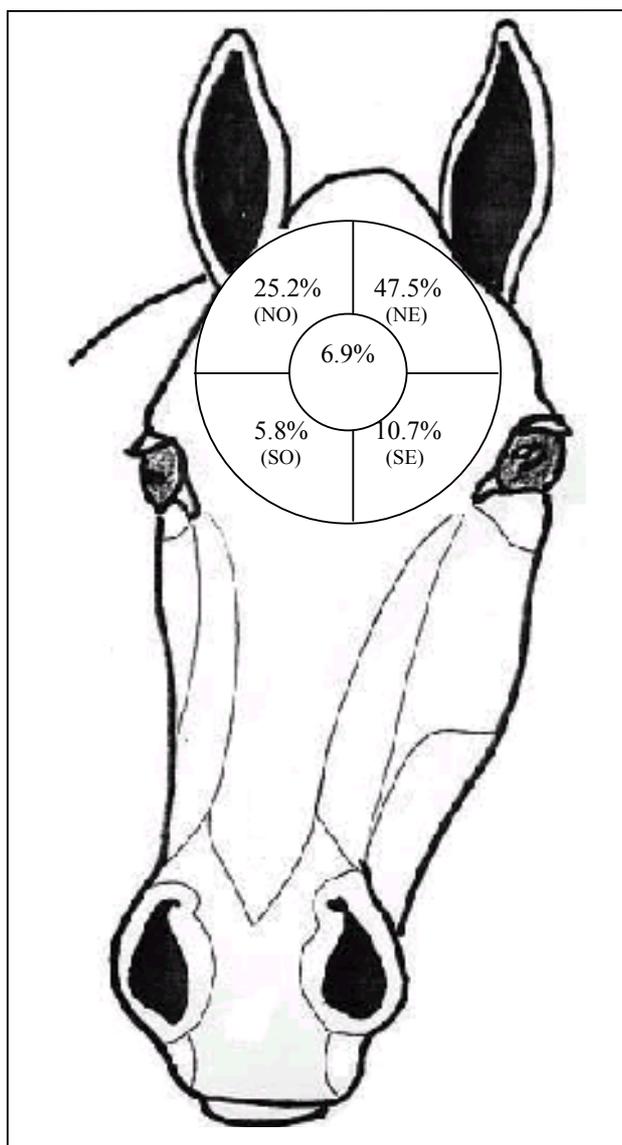


Figura 6: Distribución general de las lesiones encontradas post mortem en las cabezas según su ubicación en los cuadrantes noreste (NE), noroeste (NO), sudeste (SE) y suroeste (SO) del blanco utilizado.

La mayoría de los disparos que no dieron en el blanco (figura 6), se ubicaron en los cuadrantes superiores (NO y NE), y de éstos la mayor parte se ubicó en la posición NE.

6.- DISCUSIÓN.

6.1- OBSERVACIONES GENERALES.

De acuerdo a lo presentado las técnicas de noqueo recomendadas en equinos son aquellas que utilizan conmoción cerebral y conforme a lo observado, los sistemas de insensibilización empleados en las plantas analizadas corresponden a conmoción cerebral (empleando fulminante y aire comprimido), como también a electricidad.

Acorde a lo anterior, las plantas A y B cumplen con el Decreto N° 342 que reglamenta sobre el funcionamiento de mataderos en Chile (Chile, 1994), en el cual se indica que los equinos deben ser insensibilizados mediante conmoción cerebral, situación que dejaría en incumplimiento de la ley a la planta C, ya que no se estipula ni menciona la posibilidad del uso de electricidad para la insensibilización de caballos. Este escenario es compartido con varios países de la Comunidad Económica Europea, por ejemplo España, en donde la reglamentación vigente indica la obligatoriedad de utilizar proyectiles cautivos que causen conmoción cerebral para el noqueo de equinos, mulas y otros équidos (España, 1995); situación corroborada por la Autoridad Europea de Seguridad Alimenticia (EFSA, 2004), que señala el uso de conmoción cerebral cómo método recomendado en el noqueo de ganado equino.

No obstante lo anterior, el nuevo y recién publicado reglamento de mataderos chileno (Chile, 2004), señala que previo a la muerte todo animal debe ser insensibilizado, sobre la base de “métodos reconocidos internacionalmente que atenúen el sufrimiento de los animales”, tales como electronarcosis y conmoción cerebral; indicación que, eventualmente, podría permitir el uso de electricidad en equinos, pese a que la reglamentación internacional no lo contempla y continúa recomendando los sistemas mediante conmoción cerebral (España, 1995; EFSA, 2004). Lo anterior se suma a lo destacado por Wright (2001), quien señala que los métodos eléctricos de ninguna manera pueden utilizarse en caballos, mulas o burros.

6.2- NÚMERO DE INTENTOS DE DISPARO, NÚMERO DE APLICACIONES DEL INSENSIBILIZADOR ELÉCTRICO Y TIEMPO DE APLICACIÓN.

Se acepta la hipótesis general de esta investigación, la que señala que menos del 95% de los equinos cae al primer disparo. Con los resultados obtenidos (cuadro 1 y 2), se aprecia que como promedio de las tres plantas faenadoras, menos del 52.6% de los animales cae al primer intento de disparo. De acuerdo a lo descrito por Grandin (1998), los resultados expuestos en el cuadro 1 y 2, representan un problema serio en la eficacia del uso de la pistola de proyectil retenido. Para esta autora excelente es 99 a 100%; aceptable es 95 a 98%; no

aceptable es 90 a 94% y problema serio es menos del 90%. Además, la misma autora sostiene que si la eficacia al primer tiro cae por debajo del 95%, la gerencia de la planta debe tomar acciones inmediatas para mejorar este porcentaje. Estas acciones por lo tanto concerniría ponerlas en marcha en todas las plantas analizadas, puesto que ninguna de las tres sería aceptable.

Los resultados obtenidos en esta investigación, en cuanto a la eficacia de los sistemas de insensibilización, se pueden deber a varias razones. La pistola de proyectil retenido impulsada mediante fulminante, indistintamente del tipo y tamaño de animal, utiliza cartucho n° 27, contrario a lo señalado por H.S.A (1998), que indica como causa de baja eficacia el uso de un cartucho no adecuado para el tamaño del animal a noquear. En cambio, la pistola impulsada mediante aire comprimido, trabaja a una presión constante de 180 libras, debido a que cuenta con un compresor exclusivo. Por lo anterior, el manómetro sólo disminuyó en el momento del noqueo, volviendo prontamente a indicar la presión señalada anteriormente. Otra causa importante de falla en la insensibilización al primer tiro, que describe Grandin (1998), puede ser la falla en el diseño ergonómico de las pistolas de tipo neumático, ya que son muy voluminosas, lo que hace difícil lograr una posición correcta del disparo. Este problema se solucionó en la planta B al agregar una extensión con un mango y un sistema de balance mejorado.

Por otra parte Blackmore y Delany (1998) mencionan, respecto a las pistolas de proyectil retenido, que la falta de mantención regular del equipo puede reducir la fuerza de la pistola en un 50%. Al preguntar a los operarios respecto a la mantención del equipo, las respuestas fueron variadas, coincidiendo generalmente en que se realiza sólo cuando falla, lo que indica que no hay una limpieza habitual después de cada faena. Estas observaciones concuerdan con Grandin (2002), quien encontró que la falta de mantención era la causa más común de una baja en la eficacia de la pistola.

Respecto a la mantención, Blackmore y Delany (1998), señalan que la acumulación de carbono en la recámara o en el pistón impedirá que el perno se retraiga completamente en ella; entonces, al disparar nuevamente el aumento de tamaño de la cámara de expansión reducirá la fuerza del perno. Del mismo modo, el desgaste del pistón, la brida o el tubo permitirán el escape de gases reduciendo también la fuerza; por ello se señala que la limpieza diaria y el mantenimiento regular del aparato son esenciales. Los mismos autores agregan que algunos fabricantes sugieren limpiar las pistolas cada 70 tiros, otros hablan de una limpieza diaria sin importar la magnitud del uso. Así, siempre deben desarmarse las pistolas, limpiarse y lubricarse después del uso diario, aunque sean utilizadas poco en el día. Además, señalan que la mantención diaria de una pistola debe incluir un examen visual para evidenciar el daño, quitarles la sangre, pelos, carbono; inspeccionar la condición de los pulidores y lubricar el equipo en general. En recapitulación entonces, para lograr un noqueo más eficaz, cada una de estas tres plantas debe desarrollar un sistema de mantención diario para sus equipos, el que debe ser verificado constantemente.

En el caso del insensibilizador eléctrico (ver cuadro 2), una baja eficacia del proceso de noqueo puede deberse a la utilización de un equipo con un solo electrodo, contrario a lo

indicado por la H.S.A. (1994), que señala la necesidad de asegurar el paso de corriente por el cerebro mediante dos electrodos. En forma adicional a lo anterior, mediante la utilización de la posición de potencia N° 1 para todos los animales, indistinto de su tipo y tamaño, no se cumple la recomendación de regular la cantidad de corriente suficiente para vencer la resistencia de los tejidos (H.S.A., 1994). Respecto al tiempo de aplicación del insensibilizador eléctrico, Devine y Gilbert (1985), lograron un noqueo efectivo en ovinos aplicando dos electrodos en la cabeza durante 4 segundos con una corriente de 1.5 a 2.5 amperes; en cambio, en los resultados obtenidos en la planta C (ver cuadro 3), tampoco se cumple con lo indicado por Zuliani (2004)³, quien indica que el insensibilizador eléctrico debiera aplicarse durante 6 segundos. Paralelamente, la H.S.A. (1994), indica que todo sistema de insensibilización eléctrico debiera tener un cronómetro indicador del tiempo de aplicación, condición que correspondería cumplir.

En cuanto a la pistola de resguardo, sólo en la planta A se observó que contaban con un sistema de emergencia en el área de noqueo (sistema de insensibilización eléctrico para ganado bovino). Por lo anterior, al fallar la pistola de uso habitual en esta planta, se procedía al uso de noqueo eléctrico y en la planta B al uso manual de un combo, con lo que no se está cumpliendo con el Decreto N° 342 que reglamenta sobre el funcionamiento de mataderos en Chile (Chile, 1994), que indica que en el cajón de noqueo, los equinos deben ser insensibilizados por conmoción cerebral y lo señalado por la H.S.A. (1998), que indica que el noqueo debe evitar dolor y sufrimiento innecesario.

El noqueador, quien es el operario que maneja la pistola o insensibilizador eléctrico, tiene un rol fundamental en el proceso de insensibilización, lo que por cierto involucra capacitación para desempeñar su labor. Debe saber dónde realizar el disparo y qué posición debe tener la pistola con respecto al cráneo (H.S.A., 1998). Por otra parte, debe tener claro qué debe hacer y qué no; muchas veces se observó que noqueadores de las plantas B y C accionaban el sistema de insensibilización por manía, con el objetivo de llamar la atención del caballo. Como consecuencia de lo anterior, los sistemas de insensibilización se deterioran fácilmente, lo que deriva en una pobre eficiencia de los mismos. En las plantas B y C se observó la falta de capacitación de los noqueadores para desempeñar su labor, dado que muchas veces se permitió que otras personas ejecutaran los disparos. Al ser consultados los noqueadores de cómo habían aprendido a realizar su oficio, sólo en la planta A la respuesta fue a través de una capacitación por parte de la gerencia, el resto señaló que fue “mirando” al compañero que estaba noqueando en su momento, con lo que se establece que carecen de una preparación para realizar esta labor. Esto evidentemente no concuerda con lo establecido por el reglamento de mataderos, que especifica que los operarios deben estar capacitados para realizar su labor dentro de la planta (Chile, 1994), lo que en gran parte fundamenta los resultados obtenidos. Ciertamente esta situación sería de fácil solución según lo observado por Gallo y col. (2003), quienes demostraron en un estudio con ganado bovino que, mediante una capacitación al personal, se logra una mejoría significativa en la eficacia del proceso de noqueo.

³ ZULIANI, C. A. 2004. Gerente general Empresa Dinamita. Provincia de Buenos Aires. Comunicación personal.

Con relación al noqueador, Grandin (1998), también señala que existe un efecto “fatiga” al final del turno, lo que causa fallas en el acierto al primer tiro. Esto se observa cuando la velocidad de la línea es muy rápida en plantas faenadoras que son grandes, y que en este estudio se evidenció en la planta B. Lo anterior hace necesario que todas las plantas requieran al menos dos operarios especializados para esta labor, y a su vez, aquellas plantas de alta faena diaria tengan un sistema de rotación frecuente de sus noqueadores.

Otra causa importante de la baja eficacia encontrada, es la escasa funcionalidad de los cajones de noqueo; éstos son de diseño antiguo, sin un sistema de inmovilización y de dimensiones inapropiadas, con lo cual más que ayudar en la insensibilización de los animales la entorpecen. Para Grandin (1998), éste es un error común al construir los cajones, situación fácil de corregir mediante la implementación de sistemas con los cuales se pueda regular el ancho acorde al tamaño del equino, de manera de obtener inmovilidad del animal, evitando movimientos repentinos y facilitando la tarea del noqueador. Además, esta autora, señala que en una caja convencional la eficacia del proceso puede mejorarse mediante el uso de un yugo para detener la cabeza, pero debe diseñarse de tal manera que el animal entre voluntariamente y sea insensibilizado inmediatamente después que la cabeza se sujeta. Según Ewbank y col (1992), 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. Si más del 3% del ganado vocaliza al ser empleado este dispositivo para la inmovilización, tendrá que ser modificado, ya que la idea es que los animales entren fácilmente a él, pero sin generar estrés. Respecto a lo anterior, en un estudio con ganado bovino Gallo y col. (2003), demostraron que con la implementación de un sistema de sujeción de cabeza, se logra un mejoramiento significativo en la eficacia del proceso de noqueo, hecho que convendría considerar ya que además, el nuevo reglamento de mataderos chileno (Chile, 2004), contempla la incorporación de sistemas de sujeción adecuados para la inmovilización del animal en el proceso de insensibilización.

Otra observación relacionada con el cajón de noqueo, es que numerosas veces los animales eran sometidos a manejos innecesarios previo al noqueo, como: corte de tusa y cola, permanencia en el cajón por sobre 10 minutos, aplicación en exceso de picana eléctrica, llegando incluso a ser golpeados con hierros en grupa y cabeza. Esto llevó a que los animales entraran a él excitados, en ocasiones tratando de salir del cajón, situación que se agravó debido al mal diseño de los mismos que propició resbalones y caídas, situación contraria a lo señalado por la H.S.A. (1998), que indica la necesidad de evitar sufrimiento innecesario a los animales previo su sacrificio. En un estudio realizado con ganado bovino, Altamirano (2003), encontró una situación similar al evaluar el bienestar animal durante el arreo desde los corrales hasta el cajón de noqueo, en donde se observó un alto porcentaje de animales picaneados, que resbalaron y/o cayeron y vocalizaron, circunstancias que se mejoraron significativamente mediante capacitación del personal responsable.

Grandin (2000a), destaca que las mejoras en el proceso de insensibilización no sólo se logran con todo lo mencionado en los párrafos anteriores, sino que también tiene un papel

importante la constante vigilancia por parte de las gerencias de las plantas. Indica también que en EE.UU., en el año 1996, sólo el 30% de las plantas faenadoras lograban que el 95% del ganado bovino cayera insensibilizado instantáneamente al primer tiro; en cambio, en el año 1999, el 90% de las plantas pudo obtener este resultado. Ello se debió fundamentalmente a la presión por parte de grandes empresas de comida rápida, por ejemplo Mc Donalds, que ponen como exigencias normas mínimas de bienestar animal para sus proveedores (Grandin, 2000b).

En el caso de Chile, los múltiples tratados de comercio recientemente pactados, deberían representar un fuerte estímulo hacia las gerencias de estas empresas, con el objetivo de mejorar los estándares de bienestar animal, acorde a las exigencias que estos acuerdos emplazarán.

6.3- PRESENCIA DE SIGNOS INDICADORES DE RETORNO A LA SENSIBILIDAD.

La insensibilidad es definida por Wotton (1993), como “pérdida inmediata de conciencia, evitando dolor o molestias innecesarias durante la sangría”. No obstante que sólo el 52.6% de los equinos cayó al primer intento, es importante destacar que de este porcentaje de animales, no todos quedaron insensibles; es decir, la situación es más grave de lo planteado en la hipótesis.

Con respecto a este punto y en relación a los resultados obtenidos en el cuadro 4, en que se obtuvo como promedio en las tres plantas estudiadas un alto porcentaje de animales evaluados que presentó respiración rítmica y reflejo corneal, podría deducirse que los animales estaban sensibles según lo planteado por Wotton (1993). Sin embargo, otros autores como Blackmore y Delany (1998), mencionan que para el caso de la respiración, si bien es cierto debiera cesar después de efectuado el disparo, no existe una correlación directa entre respiración y sensibilidad. Ello explicaría en parte el alto porcentaje de animales con respiración rítmica obtenidos.

Para el reflejo corneal, Blackmore y Delany (1998) también indican que éste puede persistir incluso en animales profundamente anestesiados. No obstante, Grandin (1994), indica que para asegurar que el ganado esté inconsciente, se debe prestar atención frecuente al reflejo corneal. Al tocar el párpado no debe haber respuesta, así como también un animal que pestañea indica que no ha sido noqueado adecuadamente. Con relación al pestañeo, en las tres plantas en general, la presentación de movimientos oculares superó el 4%, tal como lo indica el cuadro 4. Asimismo, es importante mencionar que una considerable cantidad de animales de la planta faenadora A manifestó este signo (ver anexo 4). Al hacer una comparación entre las plantas A y B con la planta C, en cuanto al porcentaje de animales que respondieron al reflejo corneal y movimiento ocular, la plantas A y B superan ampliamente a la planta faenadora C.

Referente al porcentaje de animales que intentaron incorporarse, cabe destacar que un escaso número de los equinos quedaban de pie después de recibir el impacto en el área frontal, como si no los hubiesen noqueado; en tanto, en una planta se observó, en muy pocas

ocasiones, que luego del noqueo caían, pero retornaban a su posición de pie. Evidentemente, esto se contrapone a lo mencionado por Grandin (1998), que indica que es una señal clara de un proceso de insensibilización inefectivo por lo que se propone agregar a la pauta de evaluación la variable “número de animales que quedan en pie luego de un impacto”. Por otra parte, aquellos animales que elevaron la cabeza en el riel de sangría también dejan en evidencia una ineficacia en el proceso (Ver cuadro 4), ya que éste es otro de los signos más confiables de retorno a la sensibilidad (Grandin, 1998).

En cuanto a la vocalización, es indiscutible que es un signo indicador de incomodidad o dolor en equinos. Experiencias de Grandin (1998) con ganado bovino así lo manifiestan, ya que muestran que éstos rara vez mugen durante el manejo o la insensibilización, a no ser que se presente una causa de dolor. En este reporte, la misma autora menciona que consideró vocalizaciones al momento del picaneo, resbalones o error en la ubicación del disparo. En el presente estudio, sólo se consideró si se presentaban o no vocalizaciones al momento de la sangría; es decir, después de la insensibilización, lo que no debería ocurrir. No se consideraron vocalizaciones que los animales emitieron en ocasiones anteriores a la sangría, tales como: al momento del disparo, cuando los tiros o aplicaciones fueron errados, al momento de evaluar el reflejo corneal e incluso cuando oían ruidos fuertes, como el de otros procesos de la línea de faena. En consecuencia, estas variables habrían sido interesantes de medir, con lo que evidentemente estaríamos frente a un porcentaje más alto que el porcentaje actual. Respecto a lo anterior Altamirano (2003), en un estudio con bovinos, encontró una situación similar, señal de mal manejo y pobre bienestar animal, la que fue mejorada mediante capacitación al personal.

En síntesis, Blackmore y Delany (1998), señalan que la presencia de un signo por sí solo no puede ser concluyente respecto a la existencia de sensibilidad en los animales. Sin embargo, Leach (1985), afirma que la presencia o ausencia de respuestas a varios reflejos después del aturdimiento, es una base para evaluar la eficacia del proceso. Esto es muy importante ya que según los porcentajes indicados en el cuadro 4, se evidencia que hay un problema serio en el logro de la inconsciencia en los animales durante el proceso de insensibilización. En concordancia con lo planteado por Grandin (1998), quien señala que aceptable sería hasta 0.2%, estos resultados son una indicación de un problema que debe ser corregido inmediatamente para cuidar el bienestar animal.

6.4- INTERVALO ENTRE PRIMER DISPARO Y SANGRIA.

De los resultados obtenidos en el cuadro 5, llama la atención que la planta B apenas obtuvo intervalos de tiempo entre primer disparo y sangría menores a un minuto. Sin embargo, el promedio de las tres plantas indica que presentan con mayor frecuencia un rango de tiempo menor a un minuto. Esta situación se encuentra muy distante de lo ideal y no concuerda con lo planteado por la H.S.A. (1995), en que el intervalo entre disparo y sangría debiera mantenerse al mínimo, ojalá menos de 30 segundos. Ello es debido a que con este intervalo corto entre

primer disparo y sangría, no sólo se protege el bienestar animal y seguridad del personal, sino que además se evita la posibilidad de un retorno a la sensibilidad.

La causa principal de lo observado en la planta B, en que el rango de tiempo con frecuencia más alta se encuentra entre los 2.01 y 3 minutos, se debe principalmente a descoordinaciones entre los operarios noqueador y sangrador, y si esto se suma a la presencia de signos de retorno a la sensibilidad, no se compadece con el bienestar animal. Por otra parte, recae mayor cuota de responsabilidad en el noqueador, quien aceleraba su labor cuando sabía que la cantidad de animales a faenar en la jornada era alta o cuando otros operarios le hacían señales para que fuera más rápido. Como consecuencia de lo anterior, fue posible observar equinos insensibilizados en espera en el cajón de noqueo, y sobre la parrilla de contención previo a ser elevados y luego desangrados, lo que aumentó considerablemente los tiempos de operación.

Este tipo de situaciones no debería ocurrir cuando existe una buena capacitación, ya que el noqueador debe fijar la velocidad de trabajo sobre la base del ritmo empleado por el sangrador, y no por la cantidad de animales a faenar en la jornada; es decir, debe imperar la coordinación de ambos operarios para mantener al mínimo el tiempo entre noqueo y sangría, y así lograr una mayor eficacia en el proceso del desangrado y bienestar animal (Grandin, 2002).

6.5- INSPECCIÓN DE LAS CABEZAS DE EQUINO CON RELACIÓN A LA PRESENCIA DE LESIONES PRODUCTO DEL NOQUEO Y SU UBICACIÓN RESPECTO AL BLANCO USADO.

El análisis del número de lesiones encontradas por cabeza de equinos (anexo 9), no concuerda con lo establecido en el cuadro 1, en que una alta cantidad de animales sufrió más de un intento al momento de la insensibilización. Esto podría atribuirse a un procedimiento incorrecto por parte del operario, que disparaba en un lugar distinto al indicado por el blanco ideal o el disparo no dejaba lesión en el cráneo. Cabe destacar que, según Grandin (1994), un buen noqueador sabe que la mejor forma de ejecutar la acción de aturdir, es mediante un solo intento bien calculado.

De los resultados obtenidos en la figura 5, se deduce que el disparo no siempre fue realizado en la ubicación correcta. En cuanto a la ubicación de las lesiones que quedan en las cabezas de los equinos posterior al disparo, la H.S.A. (1995), señala que éstas debieran estar idealmente en un radio de hasta 2 cm del blanco ideal (figura 4), ya que a mayor distancia se entraría en un área crítica. Sin embargo, los resultados obtenidos de las plantas A y B, indican que sólo el 22.4% de los orificios (figura 5), se ubicaron hasta a 2 cm del blanco ideal. Gregory (1998), señala que cuando un tiro se desvía por más de 2 cm de la posición ideal, hay una asociación con un aturdimiento imperfecto. Así mismo, la H.S.A. (1995) ha demostrado en el ganado bovino que si la penetración del proyectil está fuera de 4-6 cm del blanco, la eficacia sólo llega a un 60%. Por ello, la posición del disparo es importante, y si es incorrecta,

el animal manifiesta signos de conciencia. Ello concuerda con los resultados indicados en el cuadro 4.

Con respecto a la orientación de las marcas según el punto cardinal, se encontró una tendencia de los noqueadores a realizar el disparo en general demasiado arriba (figura 6), preferentemente en el cuadrante noreste. El sitio de trabajo de los noqueadores en las tres plantas, con respecto a la ubicación de los cajones de noqueo era el mismo, es decir, los operarios trabajaban al lado izquierdo. Esto entorpece la labor, porque le dificulta maniobrar fácilmente e impide tener una buena visualización del sitio a noquear.

La insensibilización eléctrica no deja marcas visibles en los cráneos de los animales noqueados, razón por la cual esta variable no fue evaluada. Sin embargo, de acuerdo a las observaciones hechas por este autor, en numerosas ocasiones pudo apreciarse la aplicación del único electrodo en distintas partes de la cabeza, incluso en garganta y ollares, circunstancia contraria a lo señalado por la H.S.A. (1994), que señala la necesidad de asegurar el paso de corriente por el cerebro mediante dos electrodos. Por esto y sumado a que el sistema de insensibilización eléctrica sólo cuenta con un electrodo, no es claro el recorrido que sigue la corriente por el cuerpo del animal, infiriéndose que sale del organismo en el sitio que hace contacto con la tierra, es decir, en la parte distal de las extremidades, con lo que no se asegura el paso de corriente a través del cerebro y por ende la insensibilización.

De los resultados y observaciones anteriores, se deduce que existe un bajo porcentaje de aciertos en el blanco, lo que se puede deber tanto a un déficit de conocimiento por parte del noqueador con relación al lugar donde debe ejecutar el disparo, como a un problema de estructura e inmovilización de los animales en el cajón de noqueo, o ambas situaciones. Si se mejoran ambos aspectos, se ayudaría a un mejor porcentaje de aciertos y probablemente también a una mejor eficacia del proceso en términos de logro de insensibilidad.

Respecto a lo anterior Teuber (2003), señala que, en insensibilización de ganado bovino, la implementación de mejoras en el cajón de noqueo y la capacitación del personal en la técnica de noqueo, mejora significativamente la eficacia de la insensibilización, situación que compromete a las gerencias de las plantas faenadoras de carne, en el sentido de mejorar la infraestructura y capacitar al personal, a fin de lograr y mantener estándares humanitarios acordes con el bienestar de los animales que serán faenados.

CONCLUSIONES.

- Se acepta la hipótesis de este estudio, que dice existe un problema serio respecto a la insensibilización de ganado equino, dado que menos del 95% de los animales cae al primer intento.
- Se requiere modificar los cajones de noqueo, dado que sus dimensiones y diseño no son apropiados para insensibilizar eficazmente un equino. Paralelamente, se debe implementar las plantas con los equipos que no cuentan, tales como sistemas de sujeción y pistolas de resguardo.
- Existe una baja eficacia en el uso de los sistemas de insensibilización en equinos, demostrada por la presencia de signos de retorno a la sensibilidad, con el serio compromiso del bienestar de los animales.
- Se aprecia un problema de coordinación entre operarios noqueador y sangrador, dado que el intervalo entre disparo y sangría es, en general, mayor a un minuto.
- Se requiere realizar estudios acerca del sistema de insensibilización eléctrico con un solo electrodo, con el fin de evaluar la actividad cerebral e insensibilización.

7.- BIBLIOGRAFÍA.

- **ANON., 2003.** El Mercurio, Revista del Campo N° 1429. Beneficio de ganado en mataderos del gran Santiago. Cuerpo B; pp.4.
- **ALTAMIRANO, A. 2003.** Evaluación del bienestar animal durante el manejo de bovinos previo al faenamiento en una planta faenadora de carnes. Memoria de Título. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias, Valdivia, Chile.
- **BLACKMORE, D., M. DELANY. 1988.** Slaughter of stock. Capítulo 4: Assessment of insensibility pp. 23-28; General aspects of stunning and less usual procedures, pp: 43-47; Capítulo 8: Percussive stunning, pp: 55-71. Capítulo 11: Choosing an appropriate method of slaughter, pp. 95-100. ; Veterinary Continuing Education, Massey University, Palmerston North, New Zealand.
- **CARTES, M. 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. Tesis de Licenciatura. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias, Valdivia, Chile.
- **CHILE. 1994.** Reglamento sobre funcionamiento de mataderos, cámaras frigoríficas, centrales de desposte y fija equipamiento mínimo de tales establecimientos. Ministerio de Agricultura. Decreto N° 342.
- **CHILE. 1999.** Cámara de Diputados. Informe de la comisión de recursos naturales, bienes nacionales y medio ambiente sobre el proyecto de protección de los animales. Boletín n° 1721-12.
- **CHILE. 2004.** Reglamento sobre estructura y funcionamiento de mataderos, cámaras frigoríficas y plantas de desposte y fija equipamiento mínimo de tales establecimientos. Ministerio de Agricultura. Decreto N° 61.
- **DEVINE, C., K. GILBERT. 1985.** The use of electrical stunning followed by electro immobilization for the humane slaughter of cattle. *N. Z. Vet. J.* 33: 47.
- **EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY, EFSA. 2004.** Recommends conditions and methods for effective stunning and killing of animals to avoid pain and minimize suffering. Disponible en:
http://www.efsa.eu.int/science/ahaw/ahaw_opinions/495_en.html
Consultado el 05 de Octubre de 2004.

- **ENSMINGER, M. E. 1973.** Producción Equina. Capítulo 1: Historia y desarrollo de la industria equina, pp.1-24. Editorial El Ateneo. Buenos Aires.
- **ESPAÑA. 1995.** Orden por la que se regulan las condiciones técnico-sanitarias y las condiciones de autorización aplicables a los establecimientos de carne y productos cárnicos para su exportación a los Estados Unidos de América. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. España.
- **EWBANK R.; M.J. PARKER; C.W. MASON. 1992.** Reactions of cattle to head restraint at stunning: A practical dilemma. *Anim. Welf.* 1: 55-63.
- **FAOSTAT AGRICULTURE DATA, 2002.** Disponible en: <http://apps.fao.org/lim500/nph-wrap.pl?Production.Livestock.Primary&Domain=SUA&servlet=1>
Consultado el 29 de Diciembre de 2003.
- **FINNIE, J. 1995.** Neuropathological changes produced by non-penetrating percussive captive bolt stunning of cattle. *N. Z. Vet. J.* 43: 183-185.
- **GALLO, C. 1996.** Efecto del manejo pre y post faenamamiento en la calidad de la carne. *Informativo sobre carne y productos cárneos* (UACH) 21: 27-46.
- **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.* 2: 159-170.
- **GRANDIN, T. 1994.** Euthanasia and slaughter of livestock. *JAVMA* 204: 1355.
- **GRANDIN, T. 1998.** Buenas prácticas de manejo para el arreo e insensibilización de animales. *Informativo sobre carne y productos cárneos* (UACH) 22:124-136.
- **GRANDIN, T. 2000a.** 1999 audits of stunning and handling in federally inspected beef and pork plants. American Meat Institute. 2000 Conference on Animal Handling and Stunning, February 8-9. Westin Crown Center, Kansas City.
- **GRANDIN, T. 2000b.** Efecto de las auditorias de bienestar animal en plantas de faena por parte de una empresa de comida rápida. *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. Animal welfare and meat market, CAB International, pp. 1-14, 64-92.

- **HORSE HEALTH CARE, 2002.** Codes and Guidelines. Disponible en: http://www.equinecentre.com.au/health_codes_transport.shtml
Consultado el 15 de Diciembre de 2003.
- **H.S.A (Humane Slaughter Association). 1994.** Electrical stunning of sheep, goats and pigs. 2° edition. Pp: 1-6.
- **H.S.A (Humane Slaughter Association). 1995.** Unidad 10: Using the captive bolt.
- **H.S.A (Humane Slaughter Association). 1998.** Captive Bolt Stunning of Livestock. 2° ed. Pp: 2-16.
- **H.S.A (Humane Slaughter Association). 1999.** Humane killing of livestock using firearms. 3 edition. Pp: 11
- **LEACH, T.M. 1985.** Pre slaughter stunning. R. Lawrie (ed.) Developments in meat science 3. 1985. Elsevier Applied Science Publishers, London. Pp. 51-63.
- **NIINIVAARA, F., P. ANTILA. 1973.** Valor nutritivo de la carne. Capítulo 1: Composición y contenido energético de la carne; pp. 39-43. Capítulo 2: Hidratos de Carbono de la carne; pp. 54-57. Capítulo 3: Grasas de la carne; pp.58-70. Capítulo 4: Proteínas de la carne; pp.88-89. Capítulo 5: Vitaminas de la carne; pp.115-119; Editorial Acribia. Zaragoza.
- **ODEPA. 2004.** Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. Ministerio de Agricultura, Estadísticas productivas, Chile.
- **TEUBER, C. 2003.** Evaluación de la eficacia en el uso de la pistola de proyectil retenido para insensibilizar ganado bovino usando cajón de noqueo con fijación de cabeza. Memoria de Título. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias, Valdivia, Chile.
- **UNIVERSITIES FEDERATION FOR ANIMAL WELFARE (UFAW). 1978.** Humane killing of animals. Pp. 4-8. Editado por: The Universities Federation for Animal Welfare. 8 Hamilton Close South Mimms, Potters Bar, Hertz, England.
- **UTRERAS, C. 1999.** Apuntes de electricidad y magnetismo. Disponible en: <http://tamarugo.cec.uchile.cl/~cutreras/apuntes/node65.html>
Consultado el 15 de julio de 2004.
- **VARGAS, L. 1996.** Relaciones anatómicas en la insensibilización y sacrificio de bovinos. *Informativo sobre carne y productos cárneos* (UACH). 21: 59-62.
- **WARRIS, P. D. 1996.** Insensibilización y sacrificio de animales. *Informativo sobre carne y productos cárneos* (UACH) 21: 47-58.

- **WOTTON, S. 1993.** Stunning. Animal Welfare Officer Training Course. University of Bristol, England. Pp: 14-15.
- **WRIGHT, P. 2001.** Sociedad Protectora de Animales. Asociación Humanitaria Mexicana. Zihuatanejo. México. Disponible en: <http://www.zihuatanejo.net/spaz/eutanasia.html>
Consultado el 20 de febrero de 2004.

Anexo 2.

Pistola de proyectil retenido sin penetración de cráneo CASHKNOCKER, fulminante nº 27 y cajón de noqueo.



Anexo 3.

Pistola de proyectil retenido con penetración de cráneo GIL, compresor y cajón de noqueo.



Anexo 4.

Insensibilizador eléctrico DINAMITA, bastón de noqueo y cajón de noqueo.



Anexo 5.

Número de equinos que cayeron según número de disparos efectuados con la pistola de proyectil retenido en las plantas faenadoras de carne A y B.

Nº de disparos	Planta A n = 128	Planta B n = 101
1	98	79
2	19	14
3	6	4
4	1	1
5	0	2
Otro método	4	1
Total	128	101

Anexo 6.

Número de equinos que cayeron según número de aplicaciones del sistema de insensibilización eléctrica en la planta faenadora C.

Nº de aplicaciones	Planta C n =104
1	3
2	74
3	18
4	7
5	2
Total	104

Anexo 7.

Número de equinos que registró presencia de signos indicadores de sensibilidad post disparo o aplicación del insensibilizador eléctrico en cada planta faenadora.

Signos de retorno a la Sensibilidad	Planta A n = 128	Planta B n = 101	Planta C n = 104
Respiración rítmica	11	17	1
Movimiento ocular	8	7	1
Reflejo corneal	7	11	1
Elevación cabeza	5	3	4
Intento de incorporarse	2	0	3
Vocalización	2	1	0
Sin signos	114	83	100

Anexo 8.

Distribución del número de equinos observados según el intervalo (minutos) entre primer disparo y sangría en cada planta faenadora.

Rangos de Tiempo	Planta A n = 128	Planta B n = 101	Planta C n = 104
Menos 1 min.	108	5	69
1.01 a 2 min.	20	22	34
2.01 a 3 min.	0	46	1
3.01 a 4 min.	0	20	0
4.01 a 5 min.	0	6	0
Más 5 min.	0	2	0

Anexo 9.

Número de lesiones de proyectil encontrados en las cabezas de equino inspeccionadas post mortem, respecto al blanco ideal en cada planta faenadora.

Conteo de lesiones según su ubicación respecto del blanco ideal medido en cm.	Planta A	Planta B
Nº contados	51	52
Nº dentro blanco	7	0
Nº hasta 2 cm	10	6
Nº de 2.1 a 4 cm	20	13
Nº de 4.1 a 6 cm	12	12
Nº de 6.1 a 8 cm	2	17
Nº de más 8 cm	0	4

9.- AGRADECIMIENTOS.

- En especial a la Dra. Carmen Gallo S., por su disposición, guía y permanente estímulo.
- A la administración y el personal de las plantas faenadoras de carne: Frigorífico Camer S.A., Frigorífico Darc S.A. y Frigorífico La Pintana S.A., por su colaboración en la realización de este estudio.