

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

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

CAROL SCARLET TEUBER NIEPEL

VALDIVIA-CHILE

2003

PROFESOR PATROCINANTE: **Dra. Carmen Gallo.**

PROFESORES COLABORADORES: **Dr. Héctor Mimica.**

Dr. Héctor Uribe.

PROFESORES CALIFICADORES: **Dra. Erika Gesche.**

Dr. Ricardo Vidal.

FECHA DE APROBACION: _____

INDICE

	PAGINA
RESUMEN	1
SUMMARY	2
INTRODUCCION	3
MATERIAL Y METODOS	9
RESULTADOS	14
DISCUSIÓN	18
BIBLIOGRAFIA	28
ANEXOS	33

Con mucho cariño a mis padres
y hermanos.

1.- RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar la eficacia en el uso de la pistola de proyectil retenido para insensibilizar bovinos usando cajón de noqueo con sistema de fijación de cabeza y pistola con compresor de aire exclusivo. Se registraron antecedentes de 1335 bovinos durante el proceso habitual de noqueo, de los cuales 335 fueron insensibilizados con cajón de noqueo sin fijación de cabeza y pistola con compresor compartido (Tecnología A). Asimismo, se evaluaron 500 bovinos utilizando cajón de noqueo con fijación de cabeza y pistola de proyectil retenido con compresor exclusivo (Tecnología B) y otros 500 bovinos con la tecnología B pero después de dictar un curso de capacitación para los operarios (Tecnología B + Capacitación).

En cada animal se registró el número de disparos requeridos para inducir insensibilidad, los signos indicadores de sensibilidad después del disparo (respiración rítmica, vocalización, reflejo corneal, elevación de la cabeza o intento de incorporarse), y el intervalo de tiempo entre disparo efectivo y sangría; en la Tecnología A se inspeccionaron 335 cabezas al azar para determinar el número de orificios de proyectil y su ubicación respecto al blanco, en la tecnología B y B+ capacitación se inspeccionaron 100 cabezas respectivamente.

Se usó estadística descriptiva para los datos obtenidos en tecnología A, B y B + capacitación; se les realizó además un análisis estadístico de chi cuadrado para determinar si había diferencias significativas entre la tecnología A y B, y entre la tecnología B y B+ capacitación, para las variables analizadas.

Los resultados indican un mejoramiento significativo ($p < 0.05$) en el número y porcentaje de bovinos que caen al primer disparo con la aplicación de la Tecnología B, con la capacitación del personal se logró un mejoramiento significativo adicional sobre la Tecnología B. La Tecnología B hizo disminuir significativamente ($p < 0.05$) la presencia de signos de sensibilidad en los bovinos con respecto a la Tecnología A. Con la capacitación tan sólo un animal de los 500 observados presentó signos de sensibilidad. Luego de la capacitación de los operarios, se observó un cambio significativo ($p < 0.05$) en el intervalo de menos de 1 minuto con respecto a los datos anteriores (Tecnología A y B); Con la tecnología B el 29.6% de los orificios de proyectil se encontraron dentro del blanco y una vez capacitados, este porcentaje aumentó a 54.5% ($p < 0.05$).

Los resultados obtenidos indican que la capacitación del personal mejora significativamente la eficacia del proceso de insensibilización en bovinos, por lo cual es recomendable la capacitación regular del personal

Palabra clave: Bovinos, insensibilización, fijación cabeza, pistola de proyectil retenido, capacitación.

2.- SUMMARY

The objective of this study was to evaluate the efficiency of captive bolt stunning for cattle, using a stunning box with head restraint and a gun with exclusive air compressor before and after employee training, in a slaughter house in Valdivia. During the stunning process, 1335 cattle were observed; 335 cattle were stunned in a stunning box without head restraint and a captive bolt pistol with a common air compressor (Technology A). Another 500 cattle were observed using a stunning box with head restraint and a captive bolt pistol with an exclusive air compressor (Technology B) and another 500 cattle were observed with the same technology but after a training course (Technology B+ training course).

The observations registered in each animal were: the number of shots required to induce insensibility, the presence of sensibility signs after shooting (rhythmic breathing, vocalization, corneal reflex and eye movement, attempt to stand up or head elevation), and the stun to stick time; in technology A 335 heads were inspected and also 100 heads were inspected in technology B and B+ training in order to count the number of bolt holes and their location respect to the ideal shooting position.

Descriptive statistics were used to analyze the results obtained with Technology A, B and B+ training and a chi square analysis was used to determine if the differences were statistically significant ($p < 0.05$) between Technology A and B, and between B and B+ training.

The results indicate a significant improvement ($p < 0.05$) in the number and percentage of cattle that were rendered insensible with the first shot with the application of Technology B, with the training course an additional improvement was made. Technology B decreased significantly ($p < 0.05$) the presence of sensibility signs. With the employee training only one animal of the 500 presented signs of sensibility. Employee training increased the percentage of cattle bled in less than one minute ($p < 0.05$) compared with Technology A and B. With Technology B 29.6% of the shot holes were found in the ideal shooting position and with the employee training this percentage increased to 54.5% ($p < 0.05$).

The results obtained indicate that employee training can increase significantly the efficiency of the stunning process in cattle and it should be recommended as a regular practice in Chilean slaughter houses.

Key words: Cattle, stunning, head restraint, captive bolt, employee training.

3.- INTRODUCCIÓN

3.1 ANTECEDENTES GENERALES

En Chile, se beneficiaron 870.282 bovinos en el año 2001, principalmente en mataderos de la Región Metropolitana (ODEPA, 2001). Estos animales llegan a matadero desde distintos predios y distancias, y se enfrentan a condiciones ambientales adversas, las cuales les producen diferentes grados de estrés (Tadich y col., 1999; Villarroel y col., 2001). En primer lugar son sacados del predio, cargados y descargados de camiones, además son transportados por grandes distancias (Gallo, 1994; Warris, 1996); llegan a un lugar extraño, que en la mayoría de los casos no está techado, no reciben alimento, hay animales desconocidos, hay ruido y otros factores ambientales adversos tales como ambiente molesto, fatiga, calor, frío, luz y restricciones de espacio.

Caballero y Sumano (1993), definen estrés como una respuesta inespecífica del organismo ante cualquier demanda externa cuando los animales se encuentran sujetos a condiciones ambientales adversas que interfieren con su bienestar. La respuesta se puede demostrar por cambios conductuales de los animales, que se producen por alguna alteración metabólica, endocrina, nerviosa, circulatoria, respiratoria y/o digestiva.

La presentación de estrés antes del faenamiento además de afectar el bienestar animal puede afectar la calidad de la carne (Shorthose, 1982), produciendo un cambio en la coloración y el pH (Prado y Maino, 1990; Gallo, 1994). Según Forrest y col. (1979), el estrés ante mortem provoca un consumo excesivo de glucógeno muscular, minimizando la cantidad de ácido láctico producido en el músculo post mortem e impidiendo con ello, la caída natural del pH en este periodo lo cual lleva a una carne DFD (dark, firm, dry) o de corte oscuro (Hood y Tarrant, 1980). La carne con esta anomalía no es apta para el envasado al vacío (Wirh, 1987) aunque al cocinarla puede ser más tierna (Gregory, 1994).

Según Grandin (1996) el estrés durante el manejo antemortem es negativo para la calidad de la carne y el bienestar animal. Para evitar estos efectos negativos se requiere cuidar el transporte, tener personal entrenado en el manejo de los animales y usar métodos de insensibilización adecuados que permitan reducir el sufrimiento de los animales al sacrificarlos (Humane Slaughter Association, H.S.A., 1998).

En los últimos años ha aumentado en general la preocupación por el bienestar animal, especialmente de aquellos animales destinados a producir carne. En Chile a través del proyecto de ley sobre la protección animal (Chile, 1999), se quiere contar con una herramienta legal para controlar situaciones de maltrato a todos los animales. Se menciona en el mismo, que a los animales destinados a sacrificio, se les debe evitar cualquier sufrimiento, mediante la

aplicación de un método de insensibilización apropiado. También de acuerdo al reglamento de mataderos (Chile, 1994), es obligatorio el uso de un método de insensibilización para todas las especies de abasto.

3.2 INSENSIBILIZACIÓN Y MÉTODOS USADOS.

La insensibilización, proceso también conocido como noqueo, es un método utilizado en los animales destinados a sacrificio que conlleva que el animal pierda en forma inmediata la conciencia, para así evitar cualquier sufrimiento innecesario durante la sangría (Wotton, 1993). Además la insensibilización es importante para lograr una inmovilización adecuada del animal, especialmente bovinos por su tamaño, y así facilitar el corte de los vasos para producir una adecuada sangría (Warris, 1996).

Cada animal antes de ser sangrado debe ser insensibilizado y luego debe pasar el menor tiempo posible 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, e indica un máximo de 30 segundos en caso de usar pistola de proyectil retenido sin penetración y 60 segundos al utilizar pistola con penetración del cráneo, ambos para el caso del bovino. Un intervalo corto entre noqueo y sangría evita la posibilidad de un retorno a la sensibilidad, dolor y sufrimiento innecesario; además, se evitan posibles defectos en las canales que son consecuencia del aumento de la presión sanguínea como respuesta al proceso de insensibilización.

Hay varios métodos de insensibilización que pueden ser usados en bovino: la conmoción cerebral (pistola de proyectil retenido que puede ser con o sin penetración del cráneo), denervación (puntilla española) y la electro-narcosis (aplicación de electricidad) que puede ser de aplicación en la cabeza solamente o de cuerpo entero. Estos métodos provocan insensibilización inmediata, si se usan en la forma correcta, algunos tienen efecto permanente y otros son reversibles (Gallo, 1994). Todos los métodos deberían tener como finalidad que el animal quede inconsciente y se mantenga así hasta la muerte por la pérdida de sangre al seccionar posteriormente los vasos sanguíneos, lo cual debe ocurrir lo más pronto posible (Warris, 1996). Para lograr una insensibilización eficaz es importante que el animal esté lo suficientemente inmovilizado para asegurar el disparo en posición correcta o la correcta aplicación de la corriente eléctrica. Los bovinos se pueden inmovilizar usando contenedores, transportadores mecánicos, pero es más común confinar al animal en un cajón de noqueo.

En Estados Unidos y en la mayoría de los países europeos se usa la pistola de proyectil retenido para insensibilizar el ganado bovino, en tanto en Nueva Zelanda y Australia se usa en bovinos principalmente la electro-narcosis de cuerpo entero (Warris, 2000; Gregory, 1998). En Chile se usaba en bovinos hasta el año 1994 la denervación con puntilla española, la cual fue reemplazada mediante reglamentación obligatoria por la conmoción cerebral con pistola de proyectil retenido (Chile, 1994).

3.3. PISTOLA DE PROYECTIL RETENIDO Y SU USO.

Existen pistolas de proyectil retenido con o sin penetración del cráneo. La pistola contiene un perno o proyectil, el cual es impulsado, ya sea por la detonación de un cartucho de explosivos o por aire comprimido (figura 1). El perno perfora el cráneo y retorna a la pistola a través de una manga recuperadora que lo rodea (Blackmore y Delany, 1988). Cualquiera sea su tipo, la pistola de proyectil retenido provoca conmoción cerebral, generalmente de tipo irreversible, por la fuerza con que el proyectil impacta el cráneo y daña el cerebro (Finnie, 1993).

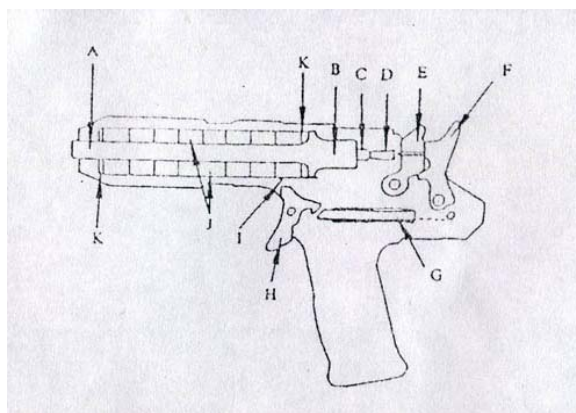


Figura 1: Pistola de proyectil retenido: A: proyectil, B: pistón, C: cámara de expansión, D: recámara, E: eyector que contiene aguja disparadora, F: martillo, G: mecanismo gatillador, H: gatillo, I: filete, J: mangas recuperadoras, K: arandelas limpiadoras.

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) (figura 2 y 3).

En el bovino la posición ideal es en la mitad de la frente, en el punto de cruzamiento de dos líneas imaginarias trazadas del centro de la base de los cuernos al ojo opuesto (figura 3). 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 (H.S.A, 1998).

Según Lambooy (1983) se produce inconciencia inmediata si se dispara en forma correcta en la zona frontal. Otras posiciones son detrás de los cuernos, que también produce inconciencia y en la zona dorsal del cuello; esta última sólo produce inconciencia después de 21 segundos, por ello no es recomendada, además que con este método se observa reflejo ocular en el animal.

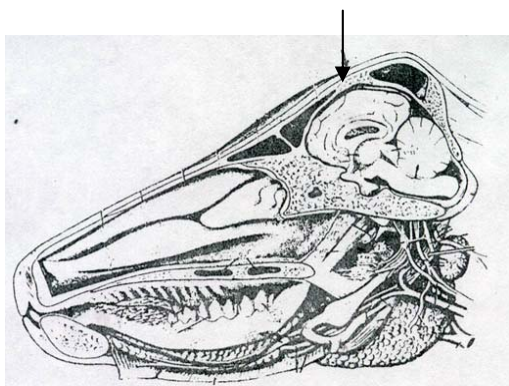


Figura 2: Corte sagital del cráneo del bovino indicando el lugar de impacto del proyectil.

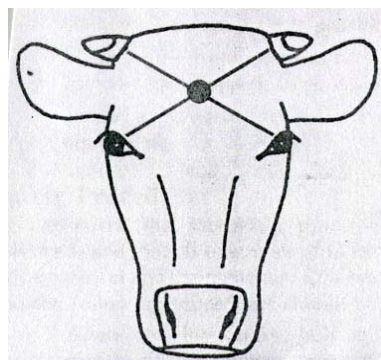


Figura 3: Vista frontal de la cabeza indicando el punto de cruzamiento de las líneas imaginarias.

Idealmente se debe disparar con la cabeza fija del animal, apuntando en la correcta dirección (Finnie, 1997). En bovinos adultos es esencial que el disparo penetre el cerebro. El proyectil provoca conmoción cerebral, el animal inmediatamente colapsa y luego de espasmos tetánicos breves, el animal no vocaliza, y los reflejos oculares se pierden (Finnie, 1995). Cuando el animal es noqueado con un proyectil con suficiente fuerza y velocidad, la insensibilización es inmediata y permanente. Cuando el proyectil retenido penetra el cráneo produce gran daño e inflamación en el cerebro alrededor de la herida. El orificio producido por el proyectil es redondo, y puede presentar líneas de fracturas muy finas. Hay una severa destrucción del cerebelo, además de una marcada hemorragia subaracnoidea e intraventricular, especialmente en la zona de entrada del proyectil y en la base del cerebro.

La penetración del misil en el cerebro puede lesionar de tres maneras: por laceración y choque (baja velocidad), golpe y contragolpe (alta velocidad de 100 a 300 m/seg) y por cavidad temporal (muy alta velocidad más de 300 m/seg) (Lambooy, 1983). Al examen macroscópico, en el sitio del impacto, el cráneo presenta una fractura ovoide de aproximadamente 3 mm de diámetro, en el hueso frontal, que corresponde al tamaño de la cabeza del proyectil (Finnie, 1995).

El impacto de la cabeza del proyectil sobre el cerebro medio, cerebelo y médula, produce un movimiento de la masa encefálica hacia el foramen magno con ruptura de los delicados vasos sanguíneos. Las fuerzas generadas luego del impacto y por el movimiento del cerebro dentro del cráneo producen grandes hemorragias. La pistola posee suficiente fuerza para fracturar la parte externa e interna del hueso frontal. Las hemorragias se encuentran en los polos temporales y frontales del cerebro y se producen por el movimiento del cerebro y el contacto con la superficie irregular del cráneo (Finnie, 1995). La destrucción del cerebro produce inconciencia inmediata. El animal seguirá vivo en el sentido que el corazón seguirá latiendo, hasta que se debilite por la hemorragia de la sangre (U.F.A.W., 1978).

Según Blackmore y Delany (1988) entre los efectos adversos de la pistola se pueden mencionar el daño y contaminación cerebral, las hemorragias musculares (blood splash);

aunque éstas son menores que con el uso de electro-narcosis, y los hematomas por la caída brusca del animal en el cajón de noqueo.

Recientemente en un estudio realizado por Daly y col. (2002) se encontró que, luego de noquear con cualquier tipo de pistola de proyectil retenido, había presencia de émbolos cerebrales y medulares en la sangre; esto puede contaminar la carne con tejido encefálico y medular y es importante en el caso de enfermedades como la Encefalitis Espongiforme Bovina.

Según la H.S.A. (1998), para reconocer un buen noqueo con pistola de proyectil retenido se debe considerar los siguientes puntos:

- El animal debe caer inmediatamente.
- Hay detención de la respiración rítmica.
- El animal se vuelve rígido con la cabeza y cuello extendido y los miembros posteriores se pegan al cuerpo.
- La posición del globo ocular está fija y vidriosa.
- No existe reflejo corneal.
- 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 y la lengua cuelga.

Según Gregory (1998), los indicadores de un mal noqueo y por consiguiente de un posible retorno a la sensibilidad, son los siguientes:

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

Según Grandin (1998c) las causas más comunes de una baja eficiencia en el uso de la pistola de proyectil retenido son la mala mantención de las pistolas y un operador fatigado. La H.S.A (1998) 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 una baja eficiencia.

En Chile, Cartes y Gallo (2000) encontraron que en los tres principales mataderos de la X Región, en que se usaba cajón de noqueo sin sistema para inmovilizar la cabeza, sólo un 83,6% de los bovinos cayó al primer disparo, un 11.3% al segundo, el resto al tercer, cuarto, quinto intento, o no fue insensibilizado. En cuanto a la presencia de signos indicadores de sensibilidad en el mismo estudio, se encontró en un 82.5% de bovinos presencia de respiración rítmica; en 19.8% de los animales se observaron intentos de incorporarse; en 30.7% hubo

movimientos oculares y en 20.4% reflejo corneal; en un 45% de los animales se registraron vocalizaciones y un 31% mostró intentos de levantar la cabeza al ser colgados en el riel de sangría (Cartes, 2000).

Si bien la presencia de cada uno de estos signos por si solos no puede ser concluyente respecto a la existencia de sensibilidad en los animales teóricamente insensibilizados (Blackmore y Delany, 1988), la presencia de varios signos refleja en general una baja eficiencia en cuanto al logro de la inconciencia en los animales y se concluye que el proceso no está cumpliendo con el objetivo principal de evitar el sufrimiento y de velar por el bienestar de los animales destinados al sacrificio. Los resultados de Cartes y Gallo (2000) muestran un serio problema en la eficiencia del uso de la pistola de proyectil retenido, si se toma como base la pauta señalada por Grandin (1998a, c). Según esta autora, un criterio para evaluar la eficacia de la insensibilización, es evaluar un mínimo de 100 animales en cada planta teniéndose 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 (1998a, c) explica que si la eficiencia al primer tiro cae por debajo del 95 % se deben tomar acciones inmediatas para mejorar este porcentaje. A la luz de los resultados de Cartes y Gallo (2000) se recomendaron medidas correctivas a implementar en las plantas analizadas, entre las que se encuentran: adecuar un sistema de fijación de la cabeza en el cajón de noqueo para mejorar la precisión del disparo, utilizar un compresor exclusivo para la pistola (no compartido con otros equipos de la línea), capacitar a los operarios y hacer una mejor mantención de los equipos en uso. Algunas plantas faenadoras ya han tomado medidas correctivas por lo que se requiere una nueva evaluación. Por lo anteriormente expuesto este estudio se propone evaluar la eficacia en el uso de la pistola de proyectil retenido para insensibilizar bovinos tras adecuaciones tecnológicas y capacitación del personal.

Objetivos específicos.

- Evaluar la eficacia de la insensibilización usando cajón de noqueo con sistema de fijación de cabeza y pistola de proyectil retenido con compresor exclusivo.
- Comparar los resultados obtenidos, con la eficacia de la insensibilización usando cajón de noqueo sin fijación de cabeza y pistola con compresor compartido.
- Determinar el efecto de la capacitación de los operarios sobre la eficacia de la insensibilización usando cajón de noqueo con sistema de fijación de cabeza y pistola de proyectil retenido con compresor exclusivo.

4.- MATERIALES Y MÉTODOS.

4.1. MATERIALES.

Este estudio se llevó a cabo en la Planta Faenadora de Carnes FRIVAL S.A de Valdivia. Se registraron antecedentes de 1335 bovinos durante el proceso habitual de noqueo, de los cuales 335 fueron insensibilizados con cajón de noqueo sin fijación de cabeza y pistola con compresor compartido (Tecnología A). Asimismo, se evaluaron 500 bovinos utilizando cajón de noqueo con fijación de cabeza y pistola de proyectil retenido con compresor exclusivo para su funcionamiento (Tecnología B) y otros 500 bovinos con la tecnología B pero después de dictar un curso de capacitación para los operarios (Tecnología B + Capacitación).

4.1.1. Tecnología A.

El cajón de noqueo utilizado era de hormigón en su parte frontal y lateral, así como también en el piso, el que presentaba un montículo en su parte media. Tenía una puerta de ingreso (guillotina) y una de salida (volteo) fierro.

Las medidas del cajón de noqueo eran las siguientes:

Alto 1: 1.62m
Alto 2: 1.80m
Ancho: 0.88m
Largo: 2.53m

La pistola de proyectil retenido utilizada era marca JARVIS año 1999 y funcionaba a una presión de 120 libras. La presión no era constante ya que carecía de un compresor de aire exclusivo para su funcionamiento (Cartes, 2000).

4.1.2. Tecnología B.

Se utilizó un cajón de noqueo con sistema neumático de puertas y de fijación y elevación de la cabeza (ver foto 1), el cual presentaba las siguientes medidas:

Alto 1: 1.62m
Alto 2: 1.85m
Ancho: 1.02m
Largo: 2.44m
Largo del fija cuello a la puerta de salida: 1,81m
Largo del fija cuello al inicio del levanta cabeza: 0,63m
Alto levanta cabeza elevado: 1,10m



Foto 1: Cajón de noqueo con fijación de cuello y eleva cabeza.

La estructura del cajón de noqueo, es de fierro en su parte lateral y frontal, así como también su puerta de entrada (guillotina posterior) y de salida (guillotina lateral). El piso es de cemento y presenta una pequeña pendiente hacia la puerta de salida.

Se empleó una pistola de noqueo (JARVIS, Modelo AN-10K, año 2002), equipada con un proyectil de 15,25mm de diámetro y un cilindro de 64,75 mm (ver foto 2). La pistola trabaja entre 150 y 175 libras de presión, consumiendo 10 litros de aire por disparo; el aire es proporcionado por un compresor exclusivo para su funcionamiento.



Foto 2: Pistola de proyectil retenido

4.1.3 Curso capacitación.

Para la capacitación de los operarios se tomó como base el curso que imparte la “Humane Slaughter Association” de Inglaterra (HSA, 1998).

La información preliminar entregada a los operarios consistió en darles a conocer la importancia de un buen trato a los animales previo a la matanza o durante el arreo y el efecto que produce un noqueo inadecuado sobre el bienestar animal y la calidad del producto final.

Como material de apoyo se utilizó una presentación en PowerPoint que incluye videos demostrativos que indicaban los principales aspectos a considerar para mejorar su trabajo y así lograr bienestar animal. Además se revisaron estos mismos aspectos posteriormente en terreno con los operarios. Los temas específicos que se consideraron en la capacitación fueron:

- La importancia de manejar bien a los animales y cómo se deben manejar.
- El arreo desde los corrales al cajón de noqueo y la importancia del estrés en la calidad de la carne.
- Qué es el noqueo y cómo funciona.
- Qué se puede mejorar en el noqueo y en la sangría.
- La importancia del lugar del disparo.
- Como ver si hay presencia de signos de sensibilidad.
- Aspectos de la pistola como su mantención, cómo se debe usar.
- La importancia del tiempo entre disparo y sangría y los problemas que pueden ocurrir si este tiempo es prolongado.

Además de lo anterior, se les mostró un cuadro resumen del número de disparos y del tiempo de sangría obtenidos para esta planta faenadora por Cartes (2000) antes que se instalara la nueva infraestructura y los mismos antecedentes obtenidos ahora (2002) antes de la capacitación.

La capacitación de los operarios de FRIVAL fue realizada en octubre 2002 por la Dra. C. Gallo de la Universidad Austral de Chile*. Después de dos semanas de haberse realizado la capacitación, se supervisó dicha labor un día a la semana durante dos semanas consecutivas, antes de hacer la evaluación luego de la capacitación.

4.1.3 Otros.

Además para este estudio se utilizaron los siguientes materiales:

- Cronómetro.
- Pauta de signos de sensibilidad (Anexo 1).
- Blanco de plástico transparente (Anexo 2).

* Curso de capacitación en manejo y noqueo de bovinos (8 horas).

4.2.- MÉTODO.

Para este estudio se tomaron las 335 observaciones realizadas en bovinos insensibilizados con la Tecnología A por Cartes (2000); luego se evaluaron 500 animales e inspeccionaron al azar 100 cabezas de bovinos insensibilizados con la Tecnología B y 500 animales y 100 cabezas luego de realizada la capacitación del personal para mejorar el noqueo y el manejo de los animales (Tecnología B + Capacitación).

En todas las etapas se utilizó básicamente la metodología indicada por Grandin (1998a, d; 2002) la que consiste en 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 la sangría (máximo de animales sensibles aceptado es uno de 500). Respecto al número de animales, Grandin (2002) recomienda muestrear un mínimo de 100 animales en aquellas plantas faenadoras de mayor envergadura, aplicándolo a las diferentes categorías de animales en una faena habitual. Además se agregó el aspecto relacionado con el intervalo entre noqueo y sangría, número de orificios del proyectil en la cabeza y distancia del orificio respecto al blanco ideal.

Por consiguiente cada animal fue evaluado en términos de las siguientes observaciones:

4.2.1 Número de disparos requeridos para inducir insensibilidad:

Se contó el número de disparos que el noqueador debió realizar en el hueso frontal, para que el animal caiga insensibilizado en el cajón de noqueo.

4.2.2 Número de animales con signos indicadores de sensibilidad.

Luego de la caída del animal, en una pauta de evaluación se registró si había presencia de los siguientes signos de sensibilidad (ver anexo 1):

- **Respiración rítmica:**

Este signo se registró al existir movimientos rítmicos en el flanco de los animales o al poner la mano en las fosas nasales y percibir la fuerza del aire espirado, también en forma rítmica. Esta observación se realizó inmediatamente después del disparo y hasta la sangría.

- **Reflejo corneal y movimiento ocular:**

El reflejo corneal se observó luego de efectuado el disparo. Se tocó con los dedos la córnea, registrando en la pauta aquellos animales que parpadeaban. Paralelamente se registró la presencia de movimiento ocular.

- **Elevación de la cabeza y cuello u otro intento de incorporarse:**

Este signo se evaluó en el cajón de noqueo, como también en el riel de sangría. Se registró en aquellos casos en que el animal mostró intentos de levantar la cabeza o cualquier otro movimiento que indicara un intento de incorporación.

- **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 sangría o a la inserción del cuchillo para la sangría.

4.2.3 Intervalo entre disparo efectivo y sangría.

Se cronometró el tiempo transcurrido entre el disparo efectivo y el momento en que se insertó el cuchillo para la sangría.

4.2.4 Inspección de las cabezas de bovino con relación al número de orificios y su ubicación respecto al blanco.

Se inspeccionaron 335 cabezas al azar de los bovinos noqueados con la tecnología A, 100 cabezas con tecnología B y otras 100 cabezas con esta tecnología más la capacitación, las que no necesariamente fueron las mismas que las de los animales observados en el noqueo. Se colocó un blanco transparente (ver anexo 2) sobre la frente de cada cabeza seleccionada y se midió la distancia existente entre el orificio dejado por el impacto del proyectil y el blanco. Además se contó el número de orificios que se encontraban en cada cabeza

4.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Se usó estadística descriptiva para los datos obtenidos en tecnología A, B y B + capacitación; se les realizó además un análisis estadístico de chi cuadrado para determinar si había diferencias significativas entre la tecnología A y B, y entre la tecnología B y B+ capacitación, para las variables analizadas. Para esto se utilizó el procedimiento PROC FREQ del paquete estadístico SAS (SAS, 1993) (Statistical Analysis System). Las diferencias de frecuencias entre antes y después de la capacitación de los operarios fueron cuantificadas con prueba de chi cuadrado (Steel y Torrie, 1990) con una probabilidad de 5 % (resultados por variable en anexos 3 a 10).

5.- RESULTADOS.

5.1 NÚMERO DE DISPAROS REQUERIDOS PARA INDUCIR INSENSIBILIDAD.

Cuadro 1. Número y porcentaje de bovinos que cayeron según número de disparos realizados con pistola de proyectil retenido.

N° de disparos	Tecnología A n= 335 (1)		Tecnología B n=500 (2)		Tecnología B + Capacitación n=500 (3)	
	N°	%	N°	%	N°	%
1	224	72.8	448	89.6	489	97.8
2	62	18.5	44	8.8	10	2
3	11	3.3	8	1.6	1	0.2
4	11	3.3	0	0	0	0
5 o más	7	2.1	0	0	0	0
Total	335	100	500	100	500	100

- (1) Cajón de noqueo sin fijación de cabeza y pistola de proyectil retenido con compresor de aire compartido.
 (2) Cajón de noqueo con fijación de cabeza y pistola de proyectil retenido con compresor de aire exclusivo.
 (3) Igual a (2) más capacitación del personal.

Los resultados indicados en el Cuadro 1 muestran un significativo ($p<0.05$) mejoramiento en el número y porcentaje de bovinos que cayera al primer disparo entre los datos obtenidos con la Tecnología A, respecto a aquellos obtenidos con la Tecnología B (ver anexo 3); con la Tecnología B más la capacitación del personal se logró un mejoramiento significativo ($p<0.05$) adicional sobre la Tecnología B (ver anexo 7).

5.2 NÚMERO DE ANIMALES CON SIGNOS INDICADORES DE SENSIBILIDAD.

Los resultados en relación a la presencia de signos de sensibilidad en los animales posterior al disparo, se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Número y porcentaje de bovinos que presentaron signos de sensibilidad posterior al disparo efectivo.

Signos de sensibilidad	Tecnología A n= 335 (1)		Tecnología B n=500 (2)		Tecnología B + capacitación n=500 (3)	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Respiración rítmica	289	86.3	10	2.0	1	0.2
Reflejo corneal y/o palpebral	224	66.9	4	0.8	1	0.2
Vocalización	157	46.9	11	2.2	0	0
Incorporación	74	22.1	1	0.2	0	0
Levanta cabeza	87	26.0	3	0.6	0	0
Animales noqueados correctamente. Sin signos de sensibilidad.	no hay registros		480	96	499	99.8

(1) Cajón de noqueo sin fijación de cabeza y pistola de proyectil retenido con compresor de aire compartido.

(2) Cajón de noqueo con fijación de cabeza y pistola de proyectil retenido con compresor de aire exclusivo.

(3) Igual a (2) más capacitación del personal.

El cajón de noqueo con fijación de cabeza más la pistola de proyectil retenido con compresor de aire exclusivo (Tecnología B) hizo disminuir significativamente ($p < 0.05$) la presencia de signos de sensibilidad en los bovinos con respecto a la Tecnología A. Así por ejemplo, la presencia de respiración rítmica se redujo de 86.3% a sólo 2% al aplicar la Tecnología B (ver anexo 4).

Los resultados luego de la capacitación indican que un solo bovino de los 500 presentó signos de respiración rítmica y reflejo corneal (el mismo animal presentó estos signos); mientras que ninguno presentó otros signos de sensibilidad como se muestra en el Cuadro 2. De los cambios ocurridos, solamente la presencia de respiración rítmica y vocalización se redujeron significativamente ($p < 0.05$, ver anexo 8) con la capacitación.

5.3 INTERVALO DE TIEMPO ENTRE DISPARO EFECTIVO Y SANGRÍA.

El Cuadro 3 muestra el intervalo de tiempo que transcurre desde el disparo efectivo hasta la sangría.

Cuadro 3. Distribución numérica y porcentual de los bovinos observados según el intervalo de tiempo transcurrido entre disparo efectivo y sangría.

Intervalo entre disparo efectivo y sangría	Tecnología A n=335 (1)		Tecnología B n=500 (2)		Tecnología B + capacitación n=500 (3)	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
≤ a 1.00	0	0	5	1	354	70.8
1.01 a 2	85	25.4	136	27.2	145	29.0
2.01 a 3	104	31.0	167	33.4	1	0.2
3.01 a 4	79	23.6	142	28.4	0	0
4.01 a 5	35	10.4	37	7.4	0	0
> a 5	32	9.6	13	2.6	0	0

(1) Cajón de noqueo sin fijación de cabeza y pistola de proyectil retenido con compresor de aire compartido.

(2) Cajón de noqueo con fijación de cabeza y pistola de proyectil retenido con compresor de aire exclusivo.

(3) Igual a (2) más capacitación del personal.

En los resultados obtenidos al usar la Tecnología A, se observa que el intervalo de tiempo entre disparo efectivo y sangría más frecuente fue entre 2.01 y 3 minutos representando un 31% lo cual es similar ($p>0.05$) a lo obtenido al utilizar la Tecnología B, en que el intervalo entre noqueo y sangría con mayor frecuencia de observación fue entre 2.01 y 3 minutos (33.4%); también se aprecia que los intervalos 4.01 a 5 y sobre 5 minutos fueron frecuentes en ambos casos (ver anexo 5).

Luego de la capacitación de los operarios, se observó un cambio significativo ($p<0.05$) (ver anexo 9) en el intervalo de menos de 1 minuto con respecto a los datos anteriores (Tecnología B); después de la capacitación prácticamente el 100% de los animales fue desangrado antes de los 2 minutos posterior a la insensibilización (Cuadro3).

5.4 INSPECCIÓN DE LAS CABEZAS DE BOVINO CON RELACIÓN AL NÚMERO DE ORIFICIOS Y SU UBICACIÓN RESPECTO AL BLANCO.

Cuadro 4. Número de cabezas de bovino observadas post mortem, número de orificios de proyectil contados y promedio de orificios por cabeza.

	Tecnología A n=335	Tecnología B n=100	Tecnología B + capacitación n=100
N° de cabezas	290	100	100
N° de orificios contados	369	115	101
Promedio de orificios por cabeza	1.27	1.15	1.01

En el cuadro 4 se observa que el promedio de orificios observados por cabeza disminuyó de 1.27 a 1.15 al aplicar la Tecnología B y a 1.01 al sumarle la capacitación.

Cuadro 5. Ubicación de los orificios de proyectil encontrados en cabezas de bovino inspeccionadas post mortem respecto al blanco ideal.

Distancia de los orificios respecto al blanco	Tecnología A n= 335 (1)		Tecnología B n=100 (2)		Tecnología B + capacitación n=500 (3)	
	N°	%	N°	%	N°	%
Dentro del blanco	10	2.7	34	29.6	55	54.5
2 cm	118	32	33	28.7	32	31.7
2.1 a 4 cm	167	45.3	38	33	13	12.9
4.1 a 6 cm	53	14.4	9	7.8	0	0
6.1 a 8 cm	16	4.3	0	0	0	0
más de 8 cm	5	1.3	1	0.8	1	0.9
N° total de orificios	369	100	115	100	101	100

(1) Cajón de noqueo sin fijación de cabeza y pistola de proyectil retenido con compresor de aire compartido.

(2) Cajón de noqueo con fijación de cabeza y pistola de proyectil retenido con compresor de aire exclusivo.

(3) Igual a (2) más capacitación del personal.

En el cuadro 5 se aprecia que al aplicar la Tecnología A hay una amplia distribución de los impactos, hasta más de 8 cm fuera del blanco, encontrándose sólo 34.7% de orificios dentro o hasta 2 cm del blanco. Con la Tecnología B se logró un 58.3% de los orificios hasta 2 cm del blanco, diferencia que fue significativa estadísticamente ($p < 0.05$, anexo 6). Al sumarle la capacitación de los operarios a la Tecnología B, el 86.2% de los impactos estuvo dentro de 2 cm del blanco ($p < 0.05$, anexo 10).

6. DISCUSIÓN

6.1 NÚMERO DE DISPAROS REQUERIDOS PARA INDUCIR INSENSIBILIDAD.

Para Daly (1985) el requerimiento de cualquier método de insensibilización es que debe ser instantáneo y debe persistir hasta que el animal muera en la sangría. Si se comparan los datos obtenidos con la Tecnología A, consistente en un cajón de noqueo sin fijación de cabeza, una pistola año 1999 y sin un compresor de aire exclusivo para su funcionamiento, el número de animales que cae al primer disparo ha aumentado de un 72.8% a un 89.6% con el nuevo cajón de noqueo que fija el cuello del animal y eleva su cabeza, la nueva pistola y el compresor de aire exclusivo para su funcionamiento (Tecnología B). Con esto queda claro que con la nueva infraestructura, se asegura posición y fuerza correcta del disparo. Evidentemente estos cambios son muy importantes en cuanto al bienestar animal si se comparan con los datos obtenidos por Arcos (1994) en un matadero de la Décima Región, en que sólo un 65.6% de los animales caían al primer disparo.

Sin embargo, utilizando la pauta de Grandin (1998 a; c) el resultado del noqueo es “excelente” cuando el 99 a 100% de los animales cae insensibilizado instantáneamente al primer disparo. Se considera “aceptable” cuando un 95 a 98% cae instantáneamente, es “no aceptable” entre un 90 a 94% y “problema serio” cuando menos del 90% de los animales cae insensibilizado al primer disparo. Por lo tanto, aunque se observa una gran diferencia al usar la nueva tecnología, aún es un “problema serio”. En cambio este porcentaje aumentó a un 97.8% luego de la capacitación de los operarios ubicándose en la categoría de “aceptable”.

El noqueador tiene un rol fundamental en la insensibilización del animal. Según The Welfare of Animals Regulations (W.A.S.K, 1995), que es el reglamento que se aplica en Gran Bretaña, ninguna persona relacionada con el movimiento, insensibilización, sangría o muerte de un animal debe causarle excitación, dolor o sufrimiento; por lo tanto el noqueador debe saber dónde realizar el disparo, en qué posición y la dirección que debe tener la pistola, la cual debe ir perpendicular al hueso frontal (H.S.A, 1998; Finnie, 1997; Gardner, 1999). Esto era un problema frecuente en lo observado por Cartes (2000) y antes de la capacitación, ya que el noqueador no sabía en qué posición realizar el disparo, por ello el porcentaje de animales insensibilizados al primer disparo aún con la infraestructura nueva involucraba un problema serio. El noqueador al ser capacitado, mejoró a “aceptable” el número de animales insensibilizados al primer disparo. Con esto, resalta la importancia de que tanto el noqueador como los operarios que colaboran en el arreo hacia el cajón y en el lugar de sangría deben capacitarse regularmente.

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, 1998a). En cuanto a los resultados obtenidos en este estudio respecto al número de animales en que hubo que disparar por más de una vez, se vio que usando la Tecnología B, un 10.4% de los animales recibió más de un disparo, disminución notable frente a 27.2% que se había encontrado con la Tecnología A; luego de la capacitación se disminuyó a 2.2%. La disminución en el número de disparos se debería esencialmente a la mejor infraestructura que permite la fijación de la cabeza pero también al mayor conocimiento teórico y práctico entregado en la capacitación en que se les explicó en qué lugar efectuar el disparo, cómo reconocer si un animal presenta signos de sensibilidad y qué hacer en este caso. De acuerdo a lo observado en este estudio el operario después de la capacitación está más seguro de la acción que está ejecutando. El porcentaje que aún resta por mejorar (2.2%), se debería principalmente a una inadecuada mantención de la pistola y en menor grado a factores del animal y de los operarios. Esta aseveración se fundamenta en que, como más adelante se verá, si bien la posición del disparo está bien, habría una insuficiente fuerza del proyectil en ocasiones, que redundaría en que el animal no queda bien insensibilizado, requiriendo más disparos.

La H.S.A (1998) señala que los cajones de noqueo con restricción en algunos países son obligatorios por ley y deben limitar el movimiento del animal hacia delante, atrás y hacia los lados. La ley además señala que debe haber elementos que impidan el movimiento de la cabeza para así mejorar la precisión del disparo. En Chile a través de la ley de carnes y su reglamento de estructura y funcionamiento de mataderos (Chile, 1994) no se exige esto, y de acuerdo a estos resultados sería importante incorporarlo para mejorar la eficacia de la insensibilización y con ello el bienestar animal.

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 que está allí confinado para permitir un disparo más preciso y también que la cabeza del animal se libere inmediatamente después que el animal ha sido noqueado. Además el cajón debe permitir al noqueador un libre acceso a la frente del animal. También Grandin (1998b) señala que en una caja convencional la eficiencia de insensibilización se puede mejorar con creces mediante el uso de un yugo para detener la cabeza, pero debe diseñarse de tal manera que el animal entre en forma voluntaria y sea insensibilizado inmediatamente después que la cabeza está sujeta. A este respecto se observó que el cajón de noqueo con fijación de cabeza utilizado en la planta de Valdivia presenta algunas falencias. Por ejemplo es demasiado ancho, porque incluso a los animales de gran tamaño les sobra espacio entre el cuerpo y las paredes del cajón, permitiendo que animales de menor tamaño (novillos y vaquillas) tiendan a voltearse. Esto lleva a un uso exagerado de la picana eléctrica y por ende, mayor excitación del animal y mayor vocalización. Respecto a esto, Grandin (1994a) indica que el compartimiento 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). El cajón de noqueo utilizado tanto en la Tecnología A como la B era más ancho, lo que se contrapone a lo señalado por Grandin (1993), ya que al ser demasiado ancho, favorece que animales de pequeño tamaño, como terneros, tiendan a voltearse y por ende haya mayor

uso de picana eléctrica. Si bien esto no es de mucha relevancia en la planta estudiada en que el mayor porcentaje de animales faenados son novillos y vaquillas de sobre 380 kg, podría influir en el caso que se faenaran más animales pequeños. Otro problema que presenta este cajón es que hay animales que son muy altos y el levanta cabeza no cumple con su función ya que el animal igual se puede mover. Además la tijera que fija el cuello (Tecnología B) también permite bastantes movimientos laterales de la cabeza, lo que se traduce en una falla en la precisión del disparo y que se le realicen dos o más disparos para que el animal quede insensibilizado.

Por otra parte, el uso de un refrenamiento mecánico en la cabeza mejorará la exactitud del aturdimiento como se pudo apreciar al comparar los resultados de la Tecnología A con la B, pero puede aumentar la tensión del animal si se usa inadecuadamente. Por ello, para minimizar la tensión del animal, éste debe aturdirse dentro de 5 segundos después de sujetar la cabeza (Ewbank y col., 1992); lo que ocurrió en muy escasas oportunidades en la experiencia de la planta ya que los animales ingresaban al cajón de noqueo inmediatamente después que el animal anterior había sido retirado de ese lugar para ser elevado en el riel de sangría permaneciendo a veces por varios minutos en el cajón. Esto indica una evidente contraposición a la reglamentación inglesa en este aspecto. Además, Ewbank y col., (1992) encontraron que los niveles de cortisol (mayor estrés) eran mayores en los animales en el cajón de noqueo con fijación de cabeza, en relación con los cajones convencionales. Para evitar un estrés innecesario, la W.A.S.K (1995) señala que ninguna persona debe arrear a un bovino hacia el cajón de noqueo y/o fijar su cabeza antes que el noqueador se encuentre en condiciones apropiadas para un disparo certero y que el sangrador está listo para sangrar el mismo animal con prontitud. El dejar animales en espera por largo tiempo en el cajón de noqueo causa un estrés innecesario (H.S.A, 1993).

Para recibir la licencia de noqueador, Leach (1985) considera que la capacitación debe incluir una parte teórica y otra práctica. Además señala que para una capacitación efectiva, es necesario que una parte del entrenamiento se realice en escuelas técnicas. En nuestro medio el reglamento de mataderos (Chile, 1994) señala que todo el personal que labore con animales o sus subproductos debe haber aprobado un curso de manejo de ganado, de carne y productos cárnicos realizado por una institución u organismo reconocido por el Servicio Agrícola y Ganadero; sin embargo esto no se cumple adecuadamente.

Respecto al noqueador, Grandin (1998a; 1998c) y la H.S.A (1998) señalan también que existe un efecto fatiga al final del turno, lo que causa fallas en el acierto al primer disparo. Por ello es importante tener al menos dos operarios que estén capacitados para realizar esta labor. En el caso de la planta faenadora de Valdivia, el mismo operario era el que realizaba el noqueo desde el inicio del turno al final de éste. Aunque también había otro operario que estaba capacitado para noquear, éste lo hacía sólo en casos muy especiales, como por ejemplo si la pistola estaba funcionando inadecuadamente.

Según Grandin (2000b), en 1996, sólo el 30% de las plantas faenadoras en Estados Unidos lograba que el 95% de los animales cayera al primer disparo, en cambio en 1999, el 90% de las plantas pudo obtener este resultado. La autora destaca que esta mejora no sólo se

debe a lo mencionado en los párrafos anteriores (compresor de aire exclusivo, fijación de cabeza, capacitación), sino que también tuvo un papel importante la constante vigilancia por parte de la gerencia de las plantas faenadoras. Esto es algo que falta en el caso de FRIVAL, ya que al realizar las mediciones y estar en la zona de noqueo y en los corrales se vio que los operarios trabajaban adecuadamente poniendo en práctica lo aprendido en la capacitación ya que se sentían presionados por nuestra presencia. Sin embargo al ver que no eran vigilados, volvían a cometer los mismos errores. Por esto es importante que haya una supervisión constante de la gerencia.

Grandin (1994c; 1996; 1998b; 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 H.S.A (1998) 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 en FRIVAL, las respuestas fueron diversas, desde una limpieza diaria del pistón y un desarme y limpieza total semanalmente de toda la pistola, hasta una limpieza diaria sólo externamente y un desarme y limpieza total sólo cuando la pistola estaba funcionando mal. 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, carbono 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.

Blackmore y Delany (1988) y la H.S.A (1998) también señalan que un adecuado noqueo es mayormente dependiente de la velocidad del proyectil; la falta de una adecuada mantención puede reducir significativamente la velocidad del proyectil y por ende la eficacia del noqueo. Una de las causas más comunes que disminuye la velocidad del proyectil es la acumulación de carbono en la recámara o en el pistón que impiden que el perno se retraiga completamente por lo que al disparar nuevamente, el aumento de tamaño de la cámara de expansión reduce la fuerza del perno. Asimismo 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 de la pistola son esenciales (al menos una vez por semana).

Otra causa importante descrita por Grandin (1998c) en relación a la disminución de la eficiencia de la pistola puede ser una falla en el diseño ergonómico de las pistolas de tipo neumático. Estas son muy voluminosas, lo que hace difícil que la posición del disparo sea la correcta. Aunque durante el estudio, aparentemente, no se observó problema al respecto si existiera, este problema puede mejorarse al agregar una extensión con un mango y un sistema de balance mejorado.

6.2. NÚMERO DE ANIMALES CON SIGNOS INDICADORES DE SENSIBILIDAD.

La H.S.A (1993) señala que el primer propósito de la insensibilización es inducir un estado inmediato de insensibilidad, el cual persista el tiempo suficiente para asegurar que el animal no se recupere y así no experimente dolor o sufrimiento antes que muera por la pérdida de sangre. Según Anil y col. (1997) y Grandin (1998d) la efectividad de un noqueo se puede determinar por una evaluación subjetiva de insensibilidad y es por ello que se determinó el número de animales que presentan signos de sensibilidad. Según Finnie (1993; 1997) un animal correctamente insensibilizado colapsa, tiene movimientos tetánicos breves, cesa la respiración rítmica y todos los reflejos oculares, y el animal no vocaliza.

De acuerdo a los resultados obtenidos, con el cajón de noqueo sin fijación de cabeza y con ausencia de compresor de aire exclusivo para la pistola (Tecnología A), se apreciaba que un elevado número de animales, luego de ser noqueados, quedaban con signos de sensibilidad. Estos eran principalmente respiración rítmica y reflejo corneal (y/o movimiento ocular) con un 86.3% y 66.9% respectivamente; aunque en los otros signos también había un elevado porcentaje de presentación. Si dichos datos se comparan con aquellos obtenidos con la Tecnología B, en que hay un 2% de respiración rítmica y un 2.2% de vocalización, se evidencia que el problema serio que se presentaba en el logro de insensibilización en los animales ha mejorado sustancialmente con la adecuación de infraestructura como la implementación del nuevo cajón de noqueo, el que restringe el movimiento del animal ayudando a que el disparo se realice en la correcta posición. Otro factor que seguramente influyó en este cambio, fue el compresor de aire exclusivo el que ayudó a que la presión de aire sea constante y así la fuerza del impacto sea la adecuada para realizar un solo disparo efectivo.

Si se observan los resultados obtenidos luego de la capacitación, se aprecia una reducción significativa ($p < 0.05$) de la respiración rítmica (de 2.0 a 0.2%) y de la vocalización que desapareció totalmente (de 2.2 a 0 casos). Grandin (1998d; 2000a) considera estos resultados como “aceptable” ya que sólo 1 animal de 500 animales noqueados presentó signos de sensibilidad (ver cuadro 2). Esta disminución en presentación de animales con signos de sensibilidad luego del noqueo, se debe a que durante la capacitación de los operarios, se les indicó principalmente el lugar de disparo y la dirección que debe tener la pistola con respecto al cráneo (perpendicular).

Con respecto a los signos de sensibilidad la H.S.A (1998) plantea que todo animal que presenta alguno de estos signos está sensible. Sin embargo 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. Algo similar ocurre en el caso del reflejo corneal y/o movimiento ocular. Blackmore y Delany (1988) indican que estos signos 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. Por el contrario Grandin (1994a) indica que para asegurar que el ganado esté inconsciente, se debe prestar atención a los reflejos oculares; al tocar el parpado o la córnea no debe haber respuesta y que si un animal

pestaña, esto indica que no ha sido aturdido adecuadamente. Si se toma como base lo señalado por Grandin (1994a), se deduce que solamente 4 animales de los 500 quedaron sensibles luego del noqueo con la Tecnología B, lo que es un gran cambio si se compara con lo encontrado con la Tecnología A, en que 224 animales de 335 presentaron este signo.

Respecto al intento de incorporarse, la H.S.A (1998) y Grandin (1998a) señalan que este signo es una señal clara de un proceso de insensibilización inefectivo junto con levantar la cabeza en el riel de sangría, que sería uno de los signos más confiables de retorno a la sensibilidad. Estos signos disminuyeron significativamente su presentación al pasar de la Tecnología A a la B ($p < 0.05$), y no se presentaron después de la capacitación, por lo cual se concluye que el proceso está haciéndose en forma eficaz.

La vocalización es un signo indicador de incomodidad o dolor. Estudios de Grandin (1998c; 2000a; 2001) muestran que los bovinos rara vez mugen durante el manejo o la insensibilización, a no ser que se presente una causa de desagrado o dolor. En estos estudios la autora consideró vocalizaciones al momento del picaneo, al resbalar, por excesiva fuerza de apriete de la tijera, por error en la ubicación del disparo o en el riel de sangría y considera como aceptable hasta un 3% de vocalización. En el presente estudio solamente se consideró si se presentaba o no vocalización luego de la insensibilización y hasta la sangría, lo que Grandin considera “muy malo” si se presenta; la frecuencia de vocalización ha disminuido notoriamente de un 46.9% con la Tecnología A, a un 2.2% con la Tecnología B y a ausencia de vocalización después de la capacitación.

6.3. INTERVALO DE TIEMPO ENTRE DISPARO EFECTIVO Y SANGRÍA.

La sangría consiste en seccionar los vasos mayores del cuello (yugulares y carótidas) con un cuchillo largo entre las dos primeras costillas lo más cerca posible del corazón (Blackmore y Delany, 1988; H.S.A, 1998). Este proceso debe realizarse lo más pronto posible (antes de 1 minuto según la H.S.A, 1998) para así lograr la muerte rápida del animal por pérdida de sangre.

De los resultados obtenidos con la Tecnología A (cuadro 3), llama la atención en primer lugar la ausencia de intervalos menores a 1 minuto entre noqueo y sangría en la evaluación realizada, y la gran concentración en los intervalos entre 1.01 a 4 minutos, representando un 80%. Con la Tecnología B la mayor concentración fue observada también en el mismo intervalo. La principal causa de sangrar los animales en tiempos superiores a 1 minuto, en el caso de lo observado con la Tecnología B, fue por problemas del noqueador quien se apresuraba mucho en noquear y no se coordinaba con el sangrador, porque no se le había explicado la importancia de la coordinación. En otras ocasiones, se noquearon dos animales juntos en el cajón de noqueo, situación que se contrapone a lo señalado por Grandin (1994a), quien indica que debe haber solamente un animal por compartimiento para evitar que los animales se pateen. Por esta falta de coordinación, muchas veces se juntó más de un animal sobre la parrilla de contención previo a ser elevados, lo que hacía aumentar notoriamente el

tiempo entre noqueo y sangría para el segundo animal. Esta situación en general se contrapone a lo señalado por la W.A.S.K (1995), que indica que ninguna persona debe noquear un animal a menos que se pueda sangrar sin demora luego de ser noqueado (aunque esta ley no está en Chile, es importante conocerla).

El otro problema fue que el lugar de sangría estaba muy alejado del lugar donde el animal era elevado. Este trayecto se demoraba por lo menos 40 segundos desde que se empezaba a elevar al animal hasta que llegara al lugar de sangría. Otro problema, pero en menor grado se relacionó con el mayor tamaño (peso), de algunos animales que al ser insensibilizados caían con todo su peso sobre la puerta de salida, lo cual dificultaba la elevación de la puerta. Otro aspecto se relacionó con los movimientos involuntarios, los cuales impiden encadenar el miembro posterior y elevar al animal. En una ocasión el intervalo de tiempo entre noqueo y sangría fue de 7 minutos, debido a un corte de energía eléctrica en el que no se sangró al animal hasta que pudo elevarse.

Los intervalos de tiempo obtenidos, tanto con la Tecnología A como la B, no concuerdan con H.S.A (1993; 1998) quien señala que el tiempo entre noqueo y sangría para los bovinos debe ser como máximo 1 minuto si se usa pistola con penetración de cráneo y 30 segundos con pistola sin penetración de cráneo. Esto es debido a que de esta manera se protege el bienestar animal evitando la posibilidad de retorno a la sensibilidad y se minimiza la presencia de defectos en las canales, que son consecuencia del aumento de la presión sanguínea como respuesta al proceso de insensibilización.

Al ver los resultados obtenidos después de la capacitación (cuadro 3) se aprecia un cambio significativo en cuanto al tiempo que transcurre entre disparo y sangría, ya que el mayor porcentaje de animales (70.8%) fue sangrado en menos de 1 minuto. Este cambio se debe a que durante la capacitación se hizo hincapié en la coordinación que debe haber entre el noqueador y el sangrador; además se le sugirió acercar el lugar de sangría, situándolo justo en el lugar en que el animal quedaba luego de ser elevado.

Warriss (1984) señala que la principal razón por la que es importante una sangría rápida es asegurar una muerte cerebral temprana y con ello una muerte humanitaria del animal, lo que no ocurría con la Tecnología A ni tampoco con la B antes de capacitar a los operarios. Esto demuestra que para esta variable fue más importante la capacitación que la infraestructura para lograr un cambio. Sin embargo aún queda un 29.2% de bovinos que no son sangrados suficientemente rápido de acuerdo a las recomendaciones de la H.S.A (1993, 1998). Para disminuir este porcentaje habría que capacitar regularmente, resaltando la importancia que tiene el sangrado rápido principalmente en la muerte humanitaria y rápida del animal y también en la calidad de la carne. Se enfatiza en este sentido la importancia de que los operarios sean supervisados en lo posible diariamente durante la faena.

6.4. INSPECCIÓN DE LAS CABEZAS DE BOVINO CON RELACIÓN AL NÚMERO DE ORIFICIOS Y SU UBICACIÓN RESPECTO AL BLANCO.

El decreto N° 342 (Chile, 1994), señala que el ganado bovino debe ser insensibilizado por conmoción cerebral lo que se logra con la pistola de proyectil retenido aplicada en el hueso frontal. De acuerdo a los resultados obtenidos con la Tecnología A, cuando se tenía el cajón antiguo, sin fijación de cabeza y sin compresor de aire exclusivo para la pistola, del total de cabezas inspeccionadas (n=335) sólo 290 presentaban orificios en el hueso frontal, que es la ubicación correcta que indica el decreto N° 342 (Chile, 1994). Los otros 45 animales no se insensibilizaron por disparo en el hueso frontal, sino que, el disparo se efectuó en el área atlanto-occipital o se utilizó la puntilla española (se realizó denervación en vez de conmoción). Además en el caso de la Tecnología A, el promedio de orificios por cabeza fue de 1.27. Si se compara con los datos obtenidos con la Tecnología B, se puede apreciar que se ha producido una mejoría, bajando de 1.27 a 1.15 sólo con el nuevo cajón de noqueo, la nueva pistola y compresor. Con la capacitación hubo un progreso adicional bajando de 1.15 a 1.01 orificios por cabeza ya que se les explicó a los operarios la posición en que se debe realizar el disparo.

Por otra parte, ya no se observaron cabezas sin orificios, lo que indica que no se utiliza la puntilla española o el disparo en el área atlanto-occipital. Esto es positivo si se considera que Eikelenboom (1983) y Grandin (1994b) señalan que debe evitarse la posición atlanto-occipital dado que no se logra una insensibilización, sino por el contrario se logra que el animal quede con una parálisis del cuerpo, pero sin perder la conciencia.

Cabe señalar que incluso al insensibilizar toros o bueyes se utilizó la pistola de proyectil retenido con éxito no teniendo que utilizar la puntilla española o un disparo en el área atlanto-occipital, aunque fue en algunos de estos casos (animales de mayor tamaño) que se requirió más de un disparo. Respecto a esto Grandin (1994b) señala que los toros grandes son difíciles de aturdir correctamente con la pistola de proyectil retenido y que en estos casos no deben usarse armas impulsadas por el sistema de aire neumático, porque el perno no tiene suficiente velocidad para penetrar el cerebro, sino que debiera usarse un arma de fogeo con los cartuchos más pesados. En esta planta, no se hace diferencia entre las distintas categorías de animales a insensibilizar y no existe un arma de fogeo de respaldo para insensibilizar este tipo de animales; afortunadamente sólo un pequeño porcentaje (<2%) de los animales faenados son toros o bueyes.

En cuanto a la ubicación de los orificios que quedan en las cabezas de los bovinos posterior al disparo, la H.S.A (1998) señala que éstos debieran estar idealmente en un radio hasta 2 cm del blanco ideal (anexo 2), ya que a mayor distancia se entraría en un área crítica. Por otra parte, Grandin (2002) señala que el noqueo con una pistola con penetración de cráneo es efectiva incluso hasta 6 cm del blanco, ya que la efectividad del disparo va a depender más de la dirección con que se realice el disparo que el lugar de penetración.

Al observar los resultados obtenidos con la Tecnología A, hay una amplia distribución de los impactos hasta más de 8 cm fuera del blanco, encontrándose los mayores porcentajes de orificios entre 2 a 6 cm del blanco representando un 91.7%, con sólo un 34.7% dentro de los 2cm del blanco. Con la nueva Tecnología (B) el 58.3% de los orificios se encontraron a menos de 2 cm del blanco y después que los operarios fueron capacitados, el 86.2% de los impactos estuvo dentro de 2 cm del blanco ideal (Cuadro 5). El progreso encontrado con la Tecnología B se debió principalmente a la implementación del cajón de noqueo con fijación de cabeza que permite menos movimientos de la cabeza, pero demuestra que también había un déficit de conocimiento por parte del noqueador con relación al lugar en que se debe efectuar el disparo.

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. Asimismo la H.S.A (1995) ha demostrado en el ganado que si la penetración del proyectil está fuera de 4-6 cm del blanco, la eficacia del disparo sólo llega a 60%. Por ello la posición del disparo es importante, y si es incorrecta, el animal manifiesta signos de conciencia posterior al disparo.

En cambio la cifra obtenida luego de la capacitación (86.2%) se logró básicamente explicándoles a los operarios que el lugar de disparo es en el punto de cruzamiento de dos líneas imaginarias que se trazan de la base de los cuernos al ojo opuesto (figura 1). El cambio que se obtuvo después de la capacitación (29.6% a 54.5%) con el porcentaje de disparos efectuados en el blanco fue estadísticamente significativo.

Según lo observado en este estudio una de las causas por las que el orificio del disparo aún se encuentra fuera del área aceptada en un 13.8% de las cabezas (aún después de la capacitación) es debido a que el animal mueve la cabeza justo cuando se le va a disparar ya que el sistema de inmovilización de la cabeza aún permite ciertos movimientos laterales. También ocasionalmente el animal presentaba alguna herida o absceso en la cabeza por lo que el noqueador debió disparar fuera del blanco, sin otra opción.

Se requiere un mayor compromiso por parte de la gerencia en el sentido de realizar más capacitaciones y realizar una supervisión constante en relación al desempeño de los operarios, que trabajen en forma tranquila y concentrada, además de dar más importancia el trato que tienen con los animales. Grandin (1988; 1994c) señala que ha observado que aquellas plantas que tienen buen bienestar animal tienen un supervisor que entrena y supervisa a sus empleados. En plantas con poca supervisión generalmente presentan niveles altos de abuso animal. La misma autora señala que esta supervisión se debe hacer diariamente ya que se ha visto que los operarios trabajan mejor cuando hay alguien observándolos. Estos aspectos adquieren mayor relevancia ante las expectativas de exportar carne a Europa y Estados Unidos, en donde el tema de bienestar animal y calidad ética de los productos son requisitos necesarios a nivel del consumidor.

CONCLUSIONES

- La implementación de un cajón de noqueo con fijación de cabeza, y una pistola con compresor de aire exclusivo permite lograr que un 89.6% de los bovinos caiga insensibilizado al primer disparo, quedando el 96% de los animales sin signos de sensibilidad (correctamente noqueados).
- La implementación de un cajón de noqueo con fijación de cabeza, y una pistola con compresor de aire exclusivo permite mejorar la eficacia de la insensibilización de los bovinos frente a un cajón de noqueo sin fijación de cabeza y una pistola de proyectil retenido con compresor de aire compartido.
- La capacitación del personal en la técnica de insensibilización, mejora significativamente la eficacia de la insensibilización al usar un cajón de noqueo con fijación de cabeza, y una pistola con compresor de aire exclusivo.

7.- BIBLIOGRAFÍA

- ANIL, M., A. RAJ, S. WOTTON, L. WILKINS. 1997. Physiological criteria used for assessing welfare at stunning and slaughter in food animals. International Congress of Physiological Science. St. Petersburg, 30 Junio – 5 Julio.
- ARCOS, S. 1994. Estudio de factores condicionantes de carnes de corte oscuro (D.F.D) en novillos: efecto de factores extrínsecos e intrínsecos. Tesis de Licenciatura. 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.
- CABALLERO, S., H. SUMANO. 1993. Caracterización del estrés en bovinos. *Arch. Med. Vet.* 25:15-30.
- CARTES, M. 2000. Evaluación de la eficacia en el uso de la pistola de proyectil retenido para insensibilizar ganado bovino en 3 plantas de la X Región. Tesis de Licenciatura. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias, Valdivia, Chile.
- CARTES, M., C. GALLO. 2000. Insensibilización en bovinos: evaluación de la eficacia en el uso de la pistola de proyectil retenido en 3 plantas de la X Región. XII Congreso de Medicina Veterinaria. U. de Chile, Santiago, 24-27 de Octubre.
- 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.
- 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 Microbiology* 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.
- EIKELNBOOM, G. 1983. Some aspects of captive bolt pistol stunning in ruminants. *Stunning of animals for slaughter*. Martinus Nijhof Publishers, pp. 138-145.
- FINNIE, J. 1993. Brain damage caused by a captive bolt pistol. *J. Comp. Path.* 109: 253-258.
- FINNIE, J. 1995. Neuropathological changes produced by non-penetrating percussive captive bolt stunning of cattle. *N. Z. Vet. J.* 43: 183-185.
- FINNIE, J. 1997. Traumatic head injury in ruminant livestock. *Aust. Vet J.* 75: 204-208.
- FORREST, C., E. ABERLE, H. HEDRICK, M. JUDGE, R. MERKEL. 1979. *Fundamento de la ciencia de la carne*. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- GALLO, C. 1994. Efecto del manejo pre y post faenamiento en la calidad de la carne. *Serie Simposios y Compendios SOCHIPA A.G* 2: 27-47.
- GALLO, C. 1996. Efecto del manejo pre y post faenamiento en la calidad de la carne. *Informativo sobre carne y productos cárneos (UACH)* 21: 27-46.
- GARDNER, D. 1999. Practical and humane methods for bovine euthanasia. *Veterinary Medicine* 94: 92-93.
- GRANDIN, T. 1988. Behavior of slaughter plants and auction employees towards animals. *Anthrozoos* 1: 205-213.
- GRANDIN, T. 1993. Handling and welfare of livestock in slaughter plants. En: *Livestock handling and transport*. Capítulo 19 pp. 289-307. CAB International,
- GRANDIN, T. 1994a. Guías recomendadas para el manejo de animales para empacadores de carne. American Meat Institute, pp. 1-22.
- GRANDIN, T. 1994b. Euthanasia and slaughter of livestock. *JAVMA* 204: 1354-1360.

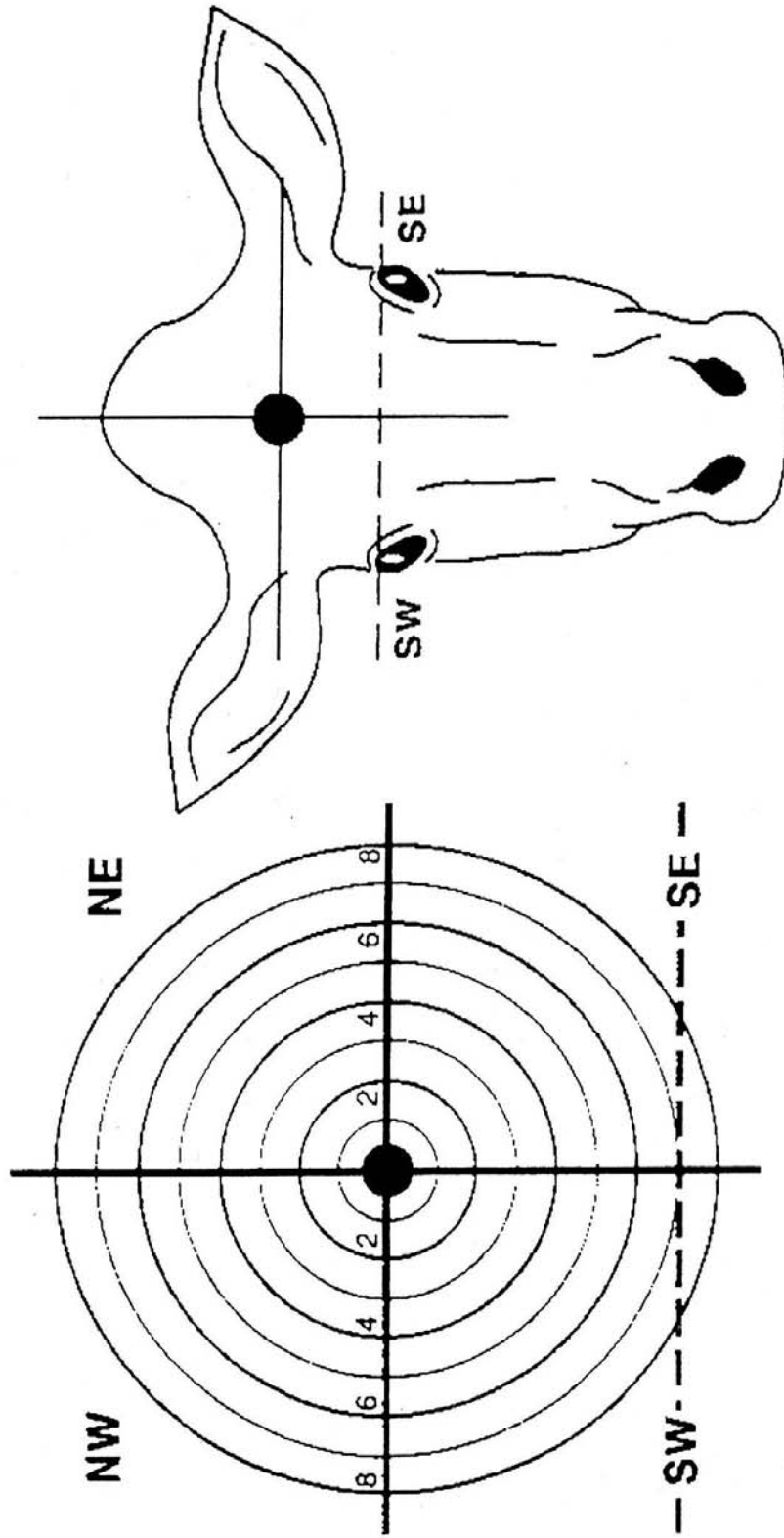
- GRANDIN, T. 1994c. Farm animal welfare during handling, transport and slaughter. *JAVMA* 204: 372-377.
- GRANDIN, T. 1996. Factors that impede animal movement at slaughter plants. *JAVMA* 209: 757-759.
- GRANDIN, T. 1998a. Objective scoring of animal holding and stunning practices at slaughter plants. *JAVMA* 212: 36-39.
- GRANDIN, T. 1998b. Manejo y bienestar del ganado en los mataderos. *Informativo sobre carne y productos cárneos* (UACH) 22: 83-103.
- GRANDIN, T. 1998c. Buenas prácticas de manejo para el arreo e insensibilización de animales. *Informativo sobre carne y productos cárneos* (UACH) 22:124-136.
- GRANDIN, T. 1998d. Solving livestock handling problems in slaughter plants. En: *Animal Welfare and Meat Science* editado por N. Gregory. Capítulo 3 pp. 42-45. CAB International.
- GRANDIN, T. 2000a. 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. 2000b. 1999 audits of stunning and handling in federally inspected beef and pork plants. American Meat Institute. 2000 Conference on Animal Handling and Stunning, Westin Crown Center, Kansas City MO February 8-9.
- GRANDIN, T. 2001. Cattle vocalizations are associated with handling and equipment problems at beef slaughter plants. *Appl. Anim. Beh. Sci.* 71: 191-201.
- 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. 1994. Preslaughter handling, stunning and slaughter. *Meat Science* 36: 45-56.
- GREGORY, N. 1998. Animal welfare and meat science. *Animal welfare and the meat market*, CAB International, pp. 1-14, 64-92.
- HOOD, D; P. TARRANT. 1980. The problem of dark cutting in beef. Martinus Nijhoff. The Hague, Netherlands.
- H.S.A (Humane Slaughter Association). 1993. Captive bolt stunning of livestock. Guidance notes N° 2.

- H.S.A (Humane Slaughter Association). 1998. Captive Bolt Stunning of Livestock. 2nd edition. pp. 2-16.
- JARVIS, 2002. Catálogo de pistola noqueadora neumática, modelo AN-10K. Buenos Aires. Argentina.
- LAMBOOY, E. 1983. Some aspects of captive bolt stunning in ruminants. Stunning of animals for slaughter. Ed: Martinus Nijhof, pp. 51-69
- LEACH, T. 1985. Pre-Slaughter stunning. Ed: R. Lawrie. Developments in meat science-3. Elsevier Applied Science Publishers, London, pp. 58-69.
- ODEPA. 2001. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. Ministerio de Agricultura, Chile.
- PRADO, R., M. MAINO. 1990. Efecto del manejo pre y post matanza sobre la calidad de la carne bovina. *Revista Tattersall* 66:10-11.
- SAS INSTITUTE INC. 1993. SAS user's guide. Statistics, versión 6.03 Edition. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- SHORTHOSE, W. 1982. Tratamiento ante y post mortem. Simposio Nacional de Ciencias y Tecnología de la Carne. Buenos Aires, Argentina. *Fleischwirtsch español* 2:50-57.
- STEEL, R., J. TORRIE. 1990. Bioestadística: Principios y Procedimientos. Segunda edición. McGraw-Hill, Interamericana de México, S.A. de C.V.
- TADICH, N., C. GALLO, M. ALVARADO. 1999. Efecto de 3, 6, 12 y 24 horas de transporte terrestre continuo sobre algunas variables sanguíneas indicadoras de estrés en bovinos. XXIV Reunión SOCHIPA, Temuco, pp. 173-174.
- UNIVERSITIES FEDERATION FOR ANIMAL WELFARE (UFAW).1978. Humane Killing of Animals. Pp: 4-7. Editado por: The Universities Federation for Animal Welfare. 8 Hamilton Close South Mimms, Potters Bar, Herts, England.
- VILLAROEL, M., G. A. MARIA, I. SIERRA, C. SAÑUDO, S. GARCIA-BELENQUER, G. GEBRESENBET. 2001. Critical points in the transport of cattle to slaughter in Spain that may compromise the animals welfare. *Vet. Rec.* 149: 173-176.
- W.A.S.K (The Welfare of Animals (Slaughter or Killing) Regulations). 1995. N° 731 Animals Prevention of Cruelty.

- WARRISS, P. D. 1984. Exsanguination of animals at slaughter and the residual blood content of meat. *Vet. Rec.* 115: 292-295.
- WARRIS, P. D. 1996. Insensibilización y sacrificio de animales. *Informativo sobre carne y productos cárneos* (UACH) 21: 47-58.
- WARRIS, P. D. 2000. Meat science an introductory text. CABI publishing.
- WIRTH, F. 1987. Tecnología para la transformación de carne de calidad anormal. *Fleischwirtsch español* 1: 22-28.
- WOTTON, S. 1993. Stunning. Animal Welfare Officer Training Course. University of Bristol, England. pp. 14-15.

Anexo 2

Blanco utilizado para definir los puntos de penetración del proyectil retenido en el cráneo del bovino.



Anexo 3
Análisis estadístico del número de disparos requeridos para inducir insensibilidad

UN DISPARO
TABLA DE A POR B

		A	B	
Frecuencia				
Celula	Chi-cuadrado	0	1	Total
		0	91	52
		23.098	14.552	143
		1	224	448
		4.9152	3.0966	672
Total		315	500	815

ESTADISTICA PARA TABLAS DE A POR B

Estadística	DF	Valor	Prob
Chi-cuadrado	1	45.662	0.001

Tamaño muestral= 815

DOS DISPAROS
TABLA DE A POR B

		A	B	
Frecuencia				
Celula	Chi-cuadrado	0	1	Total
		0	29	8
		1.2636	2.2113	37
		1	62	44
		0.4411	0.7719	106
Total		91	52	143

ESTADISTICA PARA TABLA DE A POR B

Estadística	DF	Valor	Prob
Chi-cuadrado	1	4.688	0.030

Tamaño muestral= 143

Anexo 4
Análisis estadístico de signos indicadores de sensibilidad.

RESPIRACION RITMICA
TABLA DE A POR B

	A	B	
Frecuencia			
Celula Chi-cuadrado	0	1	Total
	0	46 132.88	289 238.21
	1	490 89.031	10 159.6
Total	536	299	835

ESTADISTICA PARA TABLA DE A POR B

Estadística	DF	Valor	Prob
Chi-cuadrado	1	619.723	0.001

Tamaño muestral= 835

VOCALIZACIÓN
TABLA DE A POR B

	A	B	
Frecuencia			
Celula Chi-cuadrado	0	1	Total
	0	178 30	157 119.11
	1	489 20.1	11 79.802
Total	667	168	835

ESTADISTICA PARA TABLA DE A POR B

Estadística	DF	Valor	Prob
Chi-cuadrado	1	249.008	0.001

Tamaño muestral= 835

INCORPORACION
TABLA DE A POR B

	A	B	
Frecuencia			
Celula	0	1	Total
Chi-cuadrado	261	74	335
	6.3235	64.078	
	1	1	500
	4.2368	42.932	
Total	760	75	835

ESTADISTICA PARA TABLAS DE A POR B

Estadística	DF	Valor	Prob
Chi-cuadrado	1	117.571	0.001

Tamaño muestral= 835

LEVANTA CABEZA
TABLA DE A POR B

	A	B	
Frecuencia			
Celula	0	1	Total
Chi-cuadrado	248	87	335
	8.6654	71.73	
	1	3	500
	5.8058	48.059	
Total	745	90	835

ESTADISTICA PARA TABLA DE A POR B

Estadística	DF	Valor	Prob
Chi-cuadrado	1	134.261	0.001

Tamaño muestral= 835

Anexo 5
Análisis estadístico del intervalo de tiempo transcurrido entre disparo efectivo y sangría

MENOS UN MINUTO
TABLA DE A POR B

	A	B	
Frecuencia			
Celula	0	1	Total
Chi-cuadrado	0	0	335
	0.0121	2.006	
	1	5	500
	0.0081	1.344	
Total	830	5	835

ESTADÍSTICAS PARA TABLAS DE A POR B

Estadística	DF	Valor	Prob
Chi-cuadrado	1	3.370	0.066

Tamaño muestral= 835

MENOS DOS MINUTOS
TABLA DE A POR B

	A	B	
Frecuencia			
Celula	0	1	Total
Chi-cuadrado	0	85	335
	0.0545	0.1515	
	1	136	500
	0.0365	0.1015	
Total	614	221	835

ESTADÍSTICAS PARA TABLAS DE A POR B

Estadística	DF	Valor	Prob
Chi-cuadrado	1	0.344	0.558

Tamaño muestral= 835

Anexo 6
Análisis estadístico de la ubicación del orificio del proyectil encontrado en cabezas de
bovinos respecto al blanco ideal.

UNO Y DOS CENTIMETROS DEL BLANCO
TABLA DE A POR B

	A	B	
Frecuencia			
Celula	0	1	Total
Chi-cuadrado	0	1	335
	207	128	
	3.6449	4.2991	
	1	23	90
	13.567	16.002	
Total	230	195	425

ESTADISTICAS PARA TABLAS DE A POR B

Estadística	DF	Valor	Prob
Chi-cuadrado	1	37.513	0.001

Tamaño muestral= 425

Anexo 7
Análisis estadístico del número de disparos requeridos para inducir insensibilidad.

UN DISPARO
TABLA DE B POR CAP

	B	CAP		
Frecuencia				
Celula Chi-Cuadrado				
	0	1	Total	
	0	52	11	63
		13.341	13.341	
	1	448	489	937
		0.897	0.897	
Total		500	500	1000

ESTADÍSTICA PARA TABLA DE B POR CAP

Estadística	DF	Valor	Prob
Chi-Cuadrado	1	28.477	0.001

Tamaño Muestral= 1000

DOS DISPAROS
TABLA DE B POR CAP

	B	CAP		
Frecuencia				
Celula Chi-Cuadrado				
	0	1	Total	
	0	8	1	9
		0.044	0.2078	
	1	44	10	54
		0.0073	0.0346	
Total		52	11	63

ESTADISTICA PARA TABLA DE B POR CAP

Estadística	DF	Valor	Prob
Chi-Cuadrado	1	0.294	0.588

Tamaño Muestral= 63

Anexo 8
Análisis estadístico de signos indicadores de sensibilidad.

RESPIRACION RITMICA
TABLA DE B POR CAP

	B	CAP		
Frecuencia				
Celula Chi-Cuadrado				
	0	1	Total	
0	491	499	990	
	0.0323	0.0323		
1	9	1	10	
	3.2	3.2		
Total	500	500	1000	

ESTADISTICAS PARA TABLA DE B POR CAP

Estadística	DF	Valor	Prob
Chi-Cuadrado	1	6.465	0.011

Tamaño Muestral= 1000

VOCALIZACION
TABLA DE B POR CAP

	B	CAP		
Frecuencia				
Celula Chi-Cuadrado				
	0	1	Total	
0	489	500	989	
	0.0612	0.0612		
1	11	0	11	
	5.5	5.5		
Total	500	500	1000	

ESTADISTICAS PARA TABLA DE B POR CAP

Estadística	DF	Valor	Prob
Chi-Cuadrado	1	11.122	0.001

Tamaño Muestral = 1000

INTENTA INCORPORARSE
TABLA DE B POR CAP

	B	CAP		
Frecuencia		0	1	Total
Celula	0	499	500	999
Chi-Cuadrado		0.0005	0.0005	
	1	1	0	1
		0.5	0.5	
Total		500	500	1000

ESTADÍSTICAS PARA TABLA DE B POR CAP

Estadística	DF	Valor	Prob
Chi-Cuadrado	1	1.001	0.317

Tamaño Muestral= 1000

LEVANTA CABEZA

TABLA DE B POR CAP

	B	CAP		
Frecuencia		0	1	Total
Célula	0	497	500	997
Chi-Cuadrado		0.0045	0.0045	
	1	3	0	3
		1.5	1.5	
Total		500	500	1000

ESTADÍSTICAS PARA TABLA DE B POR CAP

Estadística	DF	Valor	Prob
Chi-Cuadrado	1	3.009	0.083

Tamaño Muestral= 1000

Anexo 9
Análisis estadístico del intervalo de tiempo transcurrido entre disparo efectivo y sangría

MENOS 1 MINUTO
TABLA DE B POR CAP

	B	CAP		
Frecuencia				
Celula Chi-Cuadrado				
		0	1	Total
	0	495	146	641
		95.009	95.009	
	1	5	354	359
		169.64	169.64	
Total		500	500	1000

ESTADISTICAS PARA TABLE DE B POR CAP

Estadística	DF	Valor	Prob
Chi-Cuadrado	1	529.296	0.001

Tamaño Muestral= 1000

MENOS 2 MINUTO

TABLA DE B POR CAP

	B	CAP		
Frecuencia				
Celula Chi-Cuadrado				
		0	1	Total
	0	359	136	495
		23.599	30.233	
	1	1	145	146
		80.009	102.5	
Total		360	281	641

ESTADISTICAS PARA TABLA DE B POR CAP

Estadística	DF	Valor	Prob
Chi-Cuadrado	1	236.344	0.001

Tamaño Muestral= 641

Anexo 10
Análisis estadístico de la ubicación del orificio de proyectil encontrados en cabezas de
bovinos respecto al blanco ideal.

UNO Y DOS CENTIMETROS DEL BLANCO
TABLA DE B POR CAP

	B	CAP	
Frecuencia			
Celula	0	1	Total
Chi-Cuadrado	33	67	100
	4.3478	1.2987	
1	13	87	100
	4.3478	1.2987	
Total	46	154	200

ESTADISTICA DE TABLAS B POR CAP

Estadística	DF	Valor	Prob
Chi-cuadrado	1	11.293	0.001

Tamaño muestral= 200