

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
CAMPUS TECNOLÓGICO LOCAL SAN CARLOS**

**EVALUACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE BIENESTAR ANIMAL DE
BOVINOS EN LA PLANTA DE COSECHA DEL ITCR, SANTA CLARA,
ALAJUELA, COSTA RICA**

YENIFER JAZMÍN MUÑOZ VARGAS

Trabajo Final de Graduación presentado a la Escuela de Agronomía como
requisito parcial para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería en Agronomía.



Carrera de Ingeniería en Agronomía
Campus Tecnológico Local
San Carlos
2019 - 2023

SANTA CLARA , SAN CARLOS

2020

**EVALUACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE BIENESTAR ANIMAL DE
BOVINOS EN LA PLANTA DE COSECHA DEL ITCR, SANTA
CLARA, ALAJUELA, COSTA RICA
YENIFER JAZMÍN MUÑOZ VARGAS**

Aprobado por los miembros del Tribunal Evaluador

Ing. Agr. Julio Rodríguez González, M. Sc.

JULIO
RODRIGUEZ
GONZALEZ
(FIRMA) Firmado digitalmente
por JULIO EDUARDO
RODRIGUEZ
GONZALEZ (FIRMA)
Fecha: 2020.08.11
06:46:48 -06'00'

Asesor interno

ROLANDO
MURILLO

Firmado digitalmente por
ROLANDO MURILLO CHAVES
(FIRMA)
Motivo: AUTENTICADO

Ing. Agr. Rolando Murillo Chaves, MGA.

CHAVES (FIRMA) Fecha: 2020.08.07 11:11:44 -06'00'

Jurado

JAIME ROBERTO GALINDO
BADILLA (FIRMA) Firmado digitalmente por JAIME
ROBERTO GALINDO
BADILLA (FIRMA)
Fecha: 2020.08.07 10:15:25 -06'00'

M.V Jaime Galindo Badilla, M. Sc

Jurado

ZULAY CASTRO

Firmado digitalmente por ZULAY

Ing. Agr. Zulay Castro Jiménez, MGA.

CASTRO JIMENEZ (FIRMA)
Fecha: 2020.08.07 17:43:34 -06'00'

Coordinadora

Trabajos Finales de Graduación

TEC | Tecnológico
de Costa Rica

Firmado digitalmente por MILTON
VILLARREAL CASTRO (FIRMA)
Motivo: He revisado este
documento
Fecha: 2020.08.12 08:07:41 -06'00'

Ing. Agr. Milton Villarreal Castro, Ph.D.

Director Escuela de Agronomía

DEDICATORIA

A Dios, por guiarme, acompañarme, darme fuerzas y salud para culminar con éxitos esta etapa.

A la memoria de mis abuelos † Noé Vargas Varela y Elvira Vargas Varela, por todos sus consejos, por acompañarme y guiarme, sé que estarían muy feliz con este logro que también es suyo.

A mis padres y hermanos, que me han acompañado, dado su apoyo en esta etapa y en todas las circunstancias de la vida.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la oportunidad de tener un estudio, por darme la fortaleza y sabiduría de terminar con éxito esta etapa tan importante de mi vida

A mis padres, hermanos y familiares por todo el apoyo incondicional.

Al profesor Julio Rodríguez, por toda su colaboración y dedicación durante la realización de este proyecto.

A la profesora Karina Corella por todo su apoyo y colaboración durante este proceso tan importante.

A cada uno de los profesores que me ayudaron durante la elaboración de este trabajo en especial a Jaime Galindo, Rolando Murillo, Marlen Camacho y Zulay Castro.

A todo el personal de la planta de cosecha ITCR-CTLSC, que me brindaron su apoyo durante la elaboración de esta investigación.

A todos mis compañeros y amigos por el apoyo que me brindaron de alguna u otra manera durante esta etapa en especial a Luis Carlos Cordero, Gloriana Monge, Cintia Urbina y Mariam Barquero.

CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMEN.....	x
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivo general	3
1.4 Objetivos específicos.....	4
1.5 Hipótesis de investigación.....	4
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1 El sector ganadero de Costa Rica.....	5
2.2 Plantas de cosecha en Costa Rica.....	5
2.3 Fincas y subastas.....	6
2.4 Planta de cosecha ITCR-CTLSC.....	7
2.5 Hato: <i>Bos indicus</i> , <i>Bos taurus</i> y <i>Bos taurus x Bos indicus</i>	8
2.6 Marco jurídico de bienestar animal en Costa Rica	9
2.7 Definición del bienestar animal.....	11
2.8 Libertades de bienestar animal	11
2.9 Las Tres R en la bioética y la experimentación animal	12
2.10 El Bienestar animal y el estrés	12
2.11 Manejo de los animales en las plantas de cosecha	17
2.12 Las auditorías sobre el bienestar de los animales.....	15

2.13	Variables que pueden afectar los resultados de la auditoría	16
2.14	Protocolo de bienestar animal de SENASA en la planta de cosecha ITCR-CTLSC	18
2.14.1	Traslado de los bovinos hacia los corrales y arreo por la manga hacia la planta	18
2.14.2	Estancia a los bovinos en los corrales de estabulación de manera más humanitaria.....	18
2.14.3	El aturdimiento de los bovinos.....	19
2.14.4	El sangrado de los bovinos.....	24
2.14.5	Indicadores de bienestar tomados en cuenta en una planta de cosecha	25
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	28
3.1	Ubicación y periodo de estudio	28
3.2	Universo de estudio.....	30
3.3	Metodología de toma de datos	32
3.3.1	Variables de respuesta	33
3.3.2	Trazabilidad	34
3.3.3	Determinación de la condición sexual	34
3.4	Descripción de la toma de datos para cada variable	34
3.4.1	Primera etapa	34
3.4.2	Segunda etapa	36
3.4.3	Tercera etapa	37
3.4.4	Cuarta etapa.....	40

3.5	Diseño de muestreo	40
3.6	Modelo estadístico	41
3.7	Análisis estadístico	41
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	42
4.1	Caracterización de la población objeto de estudio	42
4.2	Variables asociadas al bienestar animal en el proceso ante mortem en la Planta de Cosecha, ITCR CTLSC.....	44
4.2.1	Uso del chuzo eléctrico en bovinos ante-mortem	44
4.2.2	Distribución promedio de resbalones de bovinos ante-mortem ..	46
4.2.3	Distribución promedio de lesiones ante mortem en bovinos	47
4.2.4	Distribución promedio de eyecciones en bovinos.....	50
4.2.5	Distribución promedio de bovinos aturdidos	53
4.2.6	Vocalizaciones de bovinos aturdidos.....	57
4.2.7	Reacciones en las extremidades de los bovinos post aturdido en la Planta de Cosecha, ITCR CTLSC	58
4.2.8	Tiempo promedio entre el aturdido y degollado.....	59
4.3	Evaluación de la temperatura ambiental y su relación con el bienestar animal	62
4.3.1	Temperaturas promedio ante mortem en la Planta de Cosecha, ITCR CTLSC, 2019	62
5.	CONCLUSIONES.....	65
6.	RECOMENDACIONES	67
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	68

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No.	Título	Página
1	Diferencias en características entre las razas <i>Bos taurus</i> y <i>Bos indicus</i>	8
2	Indicadores de bienestar animal evaluados en planta de cosecha	26
3	Principales diferencias fenotípicas entre las razas de ganado <i>Bos indicus</i> y <i>Bos taurus</i>	31
4	Indicadores de evaluación en variables de bienestar animal asociados al comportamiento, manejo e infraestructura en la planta de ITCR-CTLSC	33
5	Distribución de bovinos según procedencia, sexo y raza evaluados en la Planta de Cosecha, ITCR CTLSC, 2019	42
6	Distribución porcentual de lesiones según procedencia evaluados en la Planta de Cosecha, ITCR CTLSC, 2019.	49
7	Distribución porcentual de eyecciones según procedencia evaluados en la Planta de Cosecha, ITCR CTLSC, 2019.	51
8	Distribución del promedio de tiempo (min) entre aturdido y degollado según la procedencia evaluados en la Planta de Cosecha, ITCR CTLSC, 2019 Distribución del promedio de tiempo (min) entre aturdido y degollado según la procedencia evaluados en la Planta de Cosecha, ITCR CTLSC, 2019	60

LISTA DE FIGURAS

Figura No.	Título	Página
1	Croquis del área experimental Planta de Cosecha del ITCR-CTLSC	29
2	Corrales antemortem de la planta de cosecha del ITCR-CTLSC, 2019.	30
3	Termómetro marca Hanna utilizado en la inspección de los corrales antemortem, ITCR-CTLSC, 2019	35
4	Guía de Control de Movilización y Rastreabilidad Grupal de Ganado Bovino ITCR-CTLSC, 2019	35
5	Área de corrales de la planta de cosecha del ITCR-CTLSC, 2019.	35
6	Evaluación de animales en las mangas en la planta de cosecha del ITCR-CTLSC, 2019.	37
7	Esquema de la forma adecuada y posición de pistola para el correcto aturdimiento según HSA (2006)	38
8	Evaluación de animales en el cajón de inmovilización en la planta de cosecha del ITCR-CTLSC, 2019.	38
9	Evaluación de animales aturdidos por medio de perno cautivo y sacrificados con bala “U” en la planta de cosecha del ITCR-CTLSC, 2019.	39
10	Etapas de degollado de bovinos en la planta de cosecha del ITCR-CTLSC, 2019.	40
11	Distribución porcentual de uso del chuzo eléctrico en bovinos antemortem en la Planta de Cosecha, ITCR CTLSC,2019.	45

12	Distribución porcentual en la frecuencia de resbalones en bovinos antemortem en la Planta de Cosecha, ITCR CTLSC, 2019.	46
13	Distribución porcentual de lesiones en bovinos en la Planta de Cosecha, ITCR CTLSC, 2019.	47
14	Distribución porcentual de lesiones según procedencia evaluados en la Planta de Cosecha, ITCR CTLSC, 2019.	50
15	Distribución porcentual de bovinos aturdidos en la Planta de Cosecha, ITCR CTLSC, 2019	54
16	Distribución porcentual de bovinos insensibilizados con un aturdido, dos o más aturdidos y sacrificados según raza en la en la Planta de Cosecha, ITCR CTLSC, 2019	55
17	Distribución porcentual de bovinos que presentaron vocalizaciones después del proceso de aturdido en la Planta de Cosecha, ITCR CTLSC, 2019	57
18	Distribución porcentual de bovinos que presentaron reacciones en miembros anteriores y posteriores en la Planta de Cosecha, ITCR CTLSC, 2019.	58
19	Distribución porcentual de tiempo (s) transcurrido entre el aturdido y degollado de bovinos en la Planta de Cosecha, ITCR CTLSC, 2019.	61
20	Temperatura promedio en los corrales ante mortem de la Planta de Cosecha, ITCR CTLSC, 2019	63

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue analizar el proceso del manejo ante mortem de los bovinos desde la perspectiva de bienestar animal para la formulación de oportunidades de mejora en la planta de cosecha del Campus Tecnológico Local, San Carlos del Instituto Tecnológico de Costa Rica. El área de toma de datos abarcó la zona de corrales, manga, el sector de aturdido y desangrado. La muestra de estudio se compuso por un total de 328 bovinos, estos fueron seleccionados tomando en cuenta sus características raciales sexo y procedencia. Los indicadores asociados al bienestar animal que se evaluaron fueron uso de chuzo eléctrico, resbalones, evidencia de lesiones, eyecciones, aturdido con perno cautivo, uso de Bala "U", vocalizaciones, reacciones de miembros de extremidades, tiempo entre aturdido-degollado y evaluación de temperatura ambiental en corrales antemortem.

Los resultados obtenidos mostraron para la variable del uso del chuzo eléctrico se empleó al menos una o más veces en el 77,8% de los bovinos, el 82,0% de los animales se resbaló al menos una vez, se encontró una asociación estadística entre los resbalones y la procedencia de los animales procedentes de subasta. El 10,4% de los animales presentaron alguna lesión, el 55,5% de los animales eyectan, y se encontró una asociación entre el sexo (hembras) y las eyecciones. Con respecto al aturdido el 60,6% se aturdió con un impacto, el 30,2% con más de uno y el 9,1% con el uso de la bala. El 98,8% de los animales no vocalizó posterior de haber sido aturdidos. Al evaluar las reacciones en extremidades post aturdido, el 90,2% no presentó reacciones. Se observa que en el 96,6% de los casos, el tiempo transcurrido entre el aturdido y el degollado exedió los 60 segundos. La temperatura en los corrales, osciló entre los 25°C hasta los 28,50 °C pudiendo afectar a los animales *Bos taurus*.

Palabras clave: *Bos taurus*, *Bos indicus*, bienestar animal, ganado, cosecha.

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the ante-mortem management process of bovines from the perspective of animal welfare for the formulation of improvement opportunities in the harvest plant of the Campus Tecnológico Local, San Carlos del Instituto Tecnológico de Costa Rica. The data collection area covered the pens, alley, the stunned and bleeding area. The study sample was made up of a total of 328 cattle, these were selected taking into account their racial characteristics, sex and origin. The indicators associated with animal welfare that were evaluated were the use of electric prod, slips, evidence of injuries, ejections, stunning with a captive bolt, use of a "U" bullet, vocalizations, reactions of the forelimbs, time between stunned-exanguination and evaluation of environmental temperature.

The results obtained showed that for the variable of the use of electric prod, it was used at least one or more times in 77.8% of the cattle, 82.0% of the animals slipped at least once, an statistic association was found between slips and the origin of the animals from the auction. The 10.4% presented an injury, 55.5% of the animals ejected, an association was found between sex (females) and ejections. Regarding the stunned, 60.6% were stunned with an impact, 30.2% with more than one and 9.1% with the use of the bullet. The 98.8% of the animals did not vocalize after being stunned. The 90.2% of bovines did not present limb reactions. It is observed that in 96.6% of the cases, the time elapsed between the stunned and exanguination exceed 60 seconds. The pens temperature ranged from 25 °C to 28.50 °C and might be affected *Bos taurus* animals.

Keywords: *Bos taurus*, *Bos indicus*, animal welfare, cattle, harvest.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La crianza de ganado bovino constituye una de las principales actividades pecuarias para la economía de Costa Rica, principalmente en la zona norte. Esta se basa en el uso de razas adaptadas al trópico, las cuales, generalmente, están orientadas a la producción de leche, carne y doble propósito.

Según datos del Censo Agropecuario del 2014, en el país existen 26 516 fincas con ganado vacuno como actividad principal. En datos de la Encuesta Ganadera Nacional (2012), la región con mayor cantidad de fincas y cabezas de ganado es la Huetar Norte con 12 055 fincas ganaderas y 493 543 cabezas de ganado, lo cual representa un 26,3% de las fincas del país y un 31,3% de las cabezas de ganado a nivel nacional. El 35% de las fincas ganaderas son de doble propósito (producción de leche y carne), mientras que, el 32%, se dedica a la producción de carne exclusivamente (Murillo 2019).

La producción de la carne cumple con una serie de condiciones relacionadas con la calidad, que van desde que el animal está en la finca hasta que la carne llega finalmente al consumidor. De esta manera, tanto el Ministerio de Salud como el Servicio Nacional de Salud Animal SENASA velan porque se cumplan con las normas mínimas de salubridad y la inocuidad de la carne.

Actualmente, el marco jurídico costarricense cuenta con una serie de leyes concernientes a la protección de animales de todo tipo, entre ellas se encuentra la Ley General del Servicio Nacional de Salud Animal número 8495, y la Ley de Bienestar Animal número 7451. La segunda norma está orientada a los valores del bienestar animal, afirmando que la familia y las instituciones educativas deberán fomentar en los niños y jóvenes los principios que sirven de sustento a la Ley (SENASA 2016). El marco jurídico en torno al bienestar animal está sujeto al cambio y ajuste de las circunstancias del entorno.

No obstante, y pese a que existe una ley de bienestar animal, en las plantas de cosecha tienen el interés de ejecutar una serie de mejoras en infraestructura y capacitación para un mejor manejo de los animales antemortem.

El bienestar animal incluye aspectos del comportamiento y funcionamiento vital de los animales, tomando en cuenta que las condiciones de vida deben permitir que estos se encuentren sanos, no sufran dolor, no padezcan hambre, no sientan miedo y que puedan expresar sus emociones normalmente (Manteca *et al.* 2012).

El bienestar animal se sustenta en tres elementos básicos: “el estado emocional del animal, su funcionamiento biológico y su capacidad para mostrar los patrones normales de comportamiento” (SENASA 2006); lo cual requiere principios éticos de comportamiento humano hacia los animales. Esto trasciende en cierta forma a los animales mismos y se construye una relación ser humano-animal.

Las señales básicas en las cuales se fundamenta el bienestar de los animales y que se deben respetar son las “cinco libertades”, es decir, garantizar una vida: 1) libre de hambre, de sed y de malnutrición, 2) libre de miedo y estrés sostenidos, 3) libre de incomodidad, 4) libre de dolor, lesión y/o enfermedad y 5) libre para manifestar un comportamiento natural, contribuyendo al bienestar del animal y así la maximización de su productividad (SENASA 2006).

1.2 Justificación

Los cambios sociales asociados a la cobertura en educación, al acceso a la información y a la revolución de las tecnologías digitales han modificado las prácticas de consumo, lo cual se traduce en la transformación paulatina de una sociedad más culta, sensible, preocupada por la sostenibilidad y el impacto del consumo, por lo tanto, estos cambios marcan la dirección de la producción, en este caso, de carne, y que procura un cambio de paradigma en cuanto al bienestar animal. Dicho en otras palabras, no se debe seguir tratando a los animales como objetos o seres carentes de sensibilidad, tal y como se concebía tradicionalmente.

El manejo inadecuado que se le pueda dar a los animales antes de la llegada, y durante el proceso, en las plantas de cosecha provoca lesiones que afectan directamente la calidad de la carne por el daño físico. Las lesiones pueden ir desde hematómas, golpes, huesos rotos, músculos desgarrados y hemorrágicos. Por lo tanto, las mejoras de los procedimientos previos al sacrificio contribuyen a mantener la calidad de la carne.

La producción animal de bovinos es de suma importancia para la economía del país. La calidad de la carne que llega a la mesa del consumidor está relacionada con el bienestar animal, por lo tanto, resulta una inversión que disminuye pérdidas económicas en cada una de las etapas de producción y al mismo tiempo genera un valor agregado al producto cárnico. Si se aplican las medidas necesarias se puede aumentar la rentabilidad de la producción ganadera.

La evaluación de este trabajo se realizó en la planta de cosecha del Instituto Tecnológico de Costa Rica, Campus Tecnológico Local San Carlos (ITCR-CTLSC), en el proceso del manejo de los animales desde la perspectiva del bienestar animal, antes del sacrificio para proponer las recomendaciones que permitan la muerte digna y así brindar una mejor calidad de la carne al consumidor.

Esta investigación, la cual es la primera en esta área, al menos en esta planta, puede generar insumos a partir de los datos obtenidos para la toma de decisiones de la administración de la planta. Las acciones dirigidas a mejoras podrán ser de índole tanto en infraestructura como en capacitación del personal, lo que derivará en un mejor manejo de los animales previos al sacrificio que conlleven a una disminución del estrés, y una mejor productividad en beneficio del sector cárnico costarricense.

1.3 Objetivo general

Analizar el proceso del manejo ante mortem de los bovinos desde la perspectiva de bienestar animal para la formulación de oportunidades de mejora en la planta de cosecha del ITCR CTLSC.

1.4 Objetivos específicos.

- Evaluar variables (eyecciones, uso del chuzo eléctrico, resbalones, lesiones, aturdimiento, vocalización y reacciones de miembros) asociadas al bienestar animal en el proceso ante mortem de bovinos en la planta de cosecha del ITCR-CTLSC .
- Comparar los resultados obtenidos en las variables de bienestar animal en la planta de cosecha del ITCR-CTLSC con los parámetros recomendados por la Dra. Temple Grandin.
- Asociar las variables de bienestar animal con factores como la raza, sexo y la procedencia en la planta de cosecha ITCR-CTLSC .
- Identificar oportunidades de mejora de manejo ante mortem en bovinos en la planta de cosecha del ITCR-CTLSC.

1.5 Hipótesis de investigación.

- Las variables de bienestar animal en bovinos (*Bos indicus*, *Bos taurus*, *Bos taurus x Bos indicus*) se pueden asociar con raza, sexo y procedencia.
- Las condiciones de bienestar animal en la planta de cosecha del ITCR-CTLSC cumplen con los parámetros recomendados por la Dra. Temple Grandin¹.
- Las prácticas asociadas al bienestar animal ante mortem en la planta de cosecha del ITCR-CTLSC son susceptibles a mejoras.

¹ Mary Temple Grandin: Doctorado en Ciencias Animales en la Universidad de Illinois, zoóloga, etóloga, diseñadora de mataderos y profesora de la Universidad Estatal de Colorado. El 30 de junio de 2015 fue nombrada doctora *honoris causa* por la Universidad de Buenos Aires

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 El sector ganadero de Costa Rica

De acuerdo con la Corporación Ganadera (CORFOGA) (2017), la ganadería es una de las actividades económicas más importantes en Costa Rica, que ha contribuido a lo largo de los años con el desarrollo económico, agropecuario, comercial y social del país. Pérez *et al.* (2006) mencionan que esta actividad aporta alrededor del 16% del Producto Interno Bruto Agropecuario (PIB Agropecuario) y el 75% del PIB pecuario. Estos autores, también explican la relación entre la ganadería y el uso de la tierra, ya que, el 26% del territorio (1,35 millones de ha) se dedica a este sector, mientras que, alrededor de 457 000 hectáreas (9%) corresponde al resto de las actividades agrícolas.

2.2 Plantas de cosecha en Costa Rica

La cosecha anual para el año 2017 fue de 339 106 cabezas, lo que marca un incremento de cerca de 21 822 animales respecto de la cosecha del año 2016 (Madrigal 2018).

De acuerdo con el Servicio Nacional de Salud Animal (SENASA) (2011), en Costa Rica existen 24 plantas de sacrificio de bovinos aprobadas por el SENASA. Se le otorga a cada matadero una clasificación que condiciona el estatus de venta, tomando como base el Reglamento Sanitario y de Inspección Veterinaria Mataderos, Producción y Procesamiento de Carnes N° 29588. Los clasificados como A comercializan sus productos a nivel nacional e internacional, los de categoría B distribuyen sus productos a nivel nacional y las plantas de sacrificio en la categoría C solo pueden vender en el distrito geográfico en que se encuentran circunscritos (Gamboa 2014).

En Costa Rica, las plantas de cosecha con mayor contribución se encuentran en el valle central: CIISA-ARREO, Montecillos y El Valle, procesan entre 63% y 82% del total de bovinos, y además del sacrificio del animal ofrecen el deshuese, el

procesamiento de subproductos como el cuero y el manejo de desechos (Pérez *et al.* 2006).

El Departamento de Salud Animal del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) ha autorizado a dos plantas para que operen en la zona norte: FERGUI en Venecia de San Carlos; Santa Clara y Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR) (Ducca *et al.* 2007).

2.3 Fincas y subastas

En Costa Rica alrededor de 40 mil ganaderos realizan actividades productivas relacionadas con la crianza de ganado, que se utilizan para la lechería, el engorde o ambos propósitos, donde el 87% de las fincas tienen un área menor a las 80 ha concentrándose en este grupo el 54% del hato ganadero (Pérez *et al.* 2006).

Es usual que el ganado se reubique de una finca a otra para finalizar la etapa de engorde, también es frecuente la figura del intermediario en las subastas, quienes pueden adquirir animales para luego revenderlos. Las subastas constituyen el mecanismo más utilizado para comercializar los animales, se estima que actualmente operan 20, algunas de ellas son propiedad de organizaciones o cámaras de ganaderos.

Madrigal (2018) menciona que, en general, para el 2017 los animales comercializados en estas subastas fueron en total 152 170 cabezas, lo que marcó un incremento del 9,3% respecto de la cantidad de cabezas comercializadas en el 2016. El crecimiento del año 2017 finaliza con la reducción sostenida en la comercialización de animales que se observaba desde el año 2011, situación que se explica por la baja del hato nacional, producto de la crisis económica a nivel de precios entre los años 2009 y 2011.

Se considera que el paso por la subasta o el intermediario son innecesarios por dos razones, una de ellas es porque incrementa el costo de la carne para el consumidor, y otra porque durante el proceso de traslado y venta, los animales están expuestos a una serie de maltratos (tropiezos, golpes, caídas, peleas, mal

manejo por parte del personal), produciendo daños en la piel, músculos e incluso penalizaciones cuando se realiza la inspección de las canales (Pérez *et al.* 2006).

Los animales que van a subasta tienen que subir y bajar rampas con más frecuencia, lo cual hace que sean más susceptibles a lesiones y van a tener más contacto con otros animales desconocidos provocando peleas y montas que dan como resultado canales con mayor cantidad de hematomas (Huertas *et al.* 2010). Además, los animales que ingresan a subastas son transportados más tiempo que uno que va directamente a la planta debido a que salen de la finca a la subasta y luego al matadero.

2.4 Planta de cosecha ITCR-CTLSC (Categoría C)

El 12 de setiembre de 1991 la planta de cosecha inició sus labores, en ese momento ofrecía servicios a los productores de las comunidades de Florencia, Platanar, Los Ángeles de la Fortuna, Monterrey, La Tigra y San Rafael de Guatuso, Ciudad Quesada, Aguas Zarcas y otros.

Esta planta pertenece al Programa de Producción Agropecuaria (PPA), el cual administrado por la Escuela de Agronomía que también cuenta con la Unidad de Producción Animal, la Unidad de Ganado de Carne y la Unidad de Cultivos. Este programa fue creado en 1994 por el Consejo Institucional con el objetivo de planificar y desarrollar las actividades productivas de las fincas La Balsa y La Vega, que han estado adscritas a la Escuela de Agronomía desde la creación de esta en 1976 (Rojas 2010).

De acuerdo con Deloya-Martínez (2006), la planta opera de lunes a viernes y se sacrifican aproximadamente 5000 bovinos por año. En promedio, se procesan 80 reses y 145 cerdos por día y en esta laboran catorce funcionarios, entre personal administrativo y de planta.

2.5 Hato: *Bos indicus*, *Bos taurus* y *Bos taurus* x *Bos indicus*

La raza *Bos taurus* es originaria de Europa y se caracterizan por la precocidad de sus crías y el alto rendimiento de la carne. Aberdeen Angus, Limousin, Hereford, Shorthorn, Charolaise, Romagnola, Chianina, Jersey, Pardo Suizo son algunas de las razas más comunes de esta especie (García 2011). Los *Bos indicus* también conocidos como ganado cebú, tienen características significativas que los hacen aptos para vivir en el trópico, esto debido a la adaptación que poseen a altas temperaturas, la resistencia a los parásitos y las enfermedades. Ejemplo de algunas razas distintivas de esta especie son Brahman, Nelore, Guzarat, Gyr, Indubrasil.

Los temperamentos y algunas características (Cuadro 1) de estas dos líneas raciales son muy diferentes. Cuando se habla de temperamento se refiere a la reacción producida en un animal ante la presencia de las personas, existen varios factores que los hacen reaccionar de diferentes maneras como la raza, el género, la edad, el manejo y la genética. El animal de la línea *Bos indicus* es nervioso, activo o vivaz en comparación con el *Bos taurus* que es tranquilo o apático (León y Flórez 2015).

Cuadro 1. Diferencias en características entre las razas *Bos taurus* y *Bos indicus*.

Característica	<i>Bos indicus</i>	<i>Bos Taurus</i>
Pelaje	Pelo corto	Pelo largo
Piel	Pliegues cutáneos	Pocos pliegues cutáneos
Giba	Giba	Ausencia de giba
Color de la piel	Pigmentada y elástica	Oscura y pigmentada
Tamaño del prepucio	Largo	Corto
Forma del ombligo	Colgante	No colgante
Forma de los ojos	Alargados o achinados	Redondeados
Papada	Presencia	Ausencia
Fisiología	Mayor resistencia a parásitos	Menor resistencia a parásitos

Fuente: García 2011.

Soto *et al.* (2014) describen que el cruce entre razas *Bos taurus* y *Bos indicus* es una estrategia de mejoramiento genético usada con frecuencia en sistemas de producción de doble propósito. Este tipo de cruce, permite combinar genes de diversos orígenes y determinar genotipos que expresan características diferentes a las de las poblaciones parentales.

Como resultado del cruzamiento entre las razas *Bos taurus* y *Bos indicus* es posible obtener animales mestizos que reúnen rasgos lecheros, de adaptabilidad, crecimiento y resistencia a las condiciones tropicales adversas. Otras características de los *Bos indicus* son su baja fertilidad, la baja calidad de la carne, posee un alto grado de nerviosismo y la edad para cosechar normalmente es alta.

Por esto, se utilizan también los cruces con *Bos taurus* para reducir las características no deseadas, tomando en cuenta que el vigor híbrido entre estas siempre va a dar mejor producción, sobrepasando la producción individual de los progenitores bajo las mismas condiciones de producción (Guerra *et al.* 2013).

2.6 Marco jurídico de bienestar animal en Costa Rica

Madrigal (2015) menciona que actualmente, el marco jurídico costarricense cuenta con una serie de leyes concernientes a la protección de animales de todo tipo, entre ellas se encuentra La Ley General del Servicio Nacional de Salud Animal Ley N° 8495; la Declaración Universal de Bienestar Animal, recientemente firmada por el Gobierno de Costa Rica, pero no ratificada; y la Ley de Bienestar Animal Ley N° 7451 que busca la protección de animales silvestres, animales de granja y de acompañamiento o mascotas.

Esta ley (N° 7451) orienta el trabajo del Servicio Nacional de Salud Animal a través de los principios que ahí se establecen. El primer capítulo estipula la responsabilidad de la familia y los centros de educativos para fomentar valores como el conocimiento de que la crueldad y el maltrato animal dañan la dignidad de las personas, por esto se debe promover el respeto hacia todos los seres vivos poniendo en práctica las normas y los principios que orientan la protección de los animales (SENASA 2018). En Junio del 2017 esta ley fue reformada y en el Artículo

21, establece que se exponen a sanciones y multas para los infractores de la ley; se impondrá sanción administrativa de multa de un cuarto a medio base, de acuerdo con el artículo 2 de la Ley N.º 7337 (Sistema de Información Jurídica 2020).

La normativa de bienestar animal tiene una importancia especial para las personas, ya que la violencia hacia los animales y el menoscabo de las condiciones de vida de estos lesiona la dignidad humana. Por esto, la educación se percibe como una herramienta para el logro del bienestar animal, el artículo tres de la norma establece una serie de responsabilidades de las personas hacia los animales, por ejemplo, proveer comida y agua; respetar el patrón de comportamiento; dar muerte sin dolor; garantizar la atención y tratamiento de enfermedades.

La Ley del Servicio Nacional de Salud Animal (SENASA), N°8495 del 6 de abril del 2006, regula la protección de la salud animal, la salud pública veterinaria y el funcionamiento de la misma. Se trata de una amplia gama de tareas y responsabilidades competentes al SENASA, especialmente sobre la sanidad y la salubridad de los productos derivados de animales y el manejo que se le da antes de la muerte (SENASA 2006).

Los objetivos de esta ley son (SENASA 2016: 1-2):

- Conservar, promover, proteger y restablecer la salud de los animales, a fin de procurarles mayor bienestar y productividad, en armonía con el medio ambiente.
- Procurar al consumidor la seguridad sanitaria de los alimentos de origen animal y, con ello la protección de la salud humana.
- Regular y controlar la seguridad sanitaria e inocuidad de los alimentos de origen animal en forma integral, a lo largo de la cadena de producción alimentaria.
- Ejecutar las medidas necesarias para el control veterinario de las zoonosis (enfermedades que se pueden transmitir a las personas).

- Procurar el respeto y la implementación de los diferentes acuerdos internacionales, suscritos por Costa Rica en materia de su competencia, según los fines y objetivos de esta Ley.
- Establecer los mecanismos de coordinación entre las diferentes instituciones nacionales y los organismos internacionales involucrados con la materia de esta Ley.
- Establecer los mecanismos de participación de los grupos organizados y los usuarios de los servicios que se brindan en los planes y las acciones de su competencia.

2.7 Definición del bienestar animal

El bienestar animal hace referencia a las condiciones de vida de un animal, esto implica la salud, la seguridad, la alimentación, la garantía de expresar su comportamiento y si se haya libre de violencia (OIE 2011). Con la aplicación este concepto, mediante la reglamentación y la legislación, se pretende erradicar todas las formas de violencia, maltrato, sufrimiento innecesario y promover el respeto que se evidencie en mejores condiciones de vida y muerte de los animales (Madrigal 2015).

2.8 Libertades de bienestar animal

De acuerdo con Farm Animal Welfare Council (FAWC 1993: 3-4) los elementos mínimos para garantizar el bienestar animal son:

- El animal no sufre sed, hambre ni malnutrición, porque tiene acceso a agua de bebida y se les suministra una dieta adecuada a sus necesidades.
- El animal no sufre estrés físico ni térmico, porque se le proporciona un ambiente adecuado, incluyendo refugio frente a las inclemencias climáticas y un área de descanso cómoda.
- El animal no sufre dolor, lesiones ni enfermedades, gracias a una prevención adecuada y/o a un diagnóstico y tratamiento rápido.

- El animal es capaz de mostrar la mayoría de sus patrones normales de conducta, porque se le proporciona el espacio necesario y las instalaciones adecuadas, y se aloja en compañía de otros individuos de su especie.
- El animal no experimenta miedo ni distrés, porque se garantizan las condiciones necesarias para evitar el sufrimiento mental.

2.9 Las Tres R en la bioética y la experimentación animal

Madrigal (2015) relata las Tres Erres de la experimentación animal (reemplazar, reducir y refinar) al igual que las Cinco libertades mínimas de protección y garantía del Bienestar Animal, exclusivas para los animales utilizados en experimentación científica.

Estas condicionantes implican reducir el número de animales en experimentos; promover el bienestar de estos; y sustituir animales vivos por otros métodos, siempre y cuando esto sea posible.

2.10 El Bienestar animal y el estrés

El bienestar se experimenta a lo largo de la vida de un animal, se puede observar en el origen, la tenencia, la reproducción, la comercialización, la producción y en la muerte (SENASA 2015).

Peñuela *et al.* (2000), define el estrés como la acción de estímulos nerviosos y emocionales provocados por el ambiente sobre los sistemas nervioso, endocrino, circulatorio y digestivo de un animal. Esto produce cambios medibles en los niveles funcionales de estos sistemas, alterando la homeostasis interna e induciendo cambios en la actividad del sistema nervioso autónomo y del eje hipotálamo-pituitaria-adrenocortical (HPA). El estrés crónico se debe a un estado de activación fisiológica en curso, que se presenta cuando el cuerpo del animal experimenta estrés por varios factores o una exposición repetida de los mismos factores estresantes agudos.

En el caso del estrés crónico, sucede una sobreexposición a las hormonas del estrés, que se traduce en un coste biológico suficiente para alterar las funciones

biológicas y producir diestrés (estrés negativo) (Peñuela *et al.* 2000). Por lo anterior, Grandin (1994) menciona que considerar aspectos como la psicología del ganado y las características de las instalaciones de matanza favorecerán la disminución del estrés. Los animales que se emplean para la producción de alimentos muestran signos de temor y dolor porque poseen una estructura cerebral que así lo permite.

Un día entero de sacrificio puede tornarse en una reacción en cadena continua de animales estresados y al día siguiente, probablemente los individuos se estresen más debido a que olfatean alguna feromonas de alarma de la sangre de algún animal que sufrió un estrés severo. La sangre de animales que sufrieron un estrés severo y mostraron signos de agitación conductual por varios minutos, puede provocar reacciones de terror en otros animales (Grandin 1994).

Desde esta perspectiva, las horas previas al sacrificio de un animal son las más estresantes y esto provoca un deterioro serio de la calidad del producto. El estrés, producto del manejo inadecuado en esta etapa, supone cambios hormonales a nivel muscular, y, por lo tanto, repercuten en cambios físicos como el nivel de acidez o la retención de agua (Gallo *et al.* 2008). Sobre este aspecto, Del Campo (2008) plantea que un signo claro del temor y dolor en los animales se muestra en la respuesta de estrés, por medio de la cual el animal libera la energía necesaria para hacer frente a lo que este percibe como agresión.

El manejo del animal previo al sacrificio tiene mucha importancia, pues altos de niveles de estrés generan cambios metabólicos y hormonales, cuyos efectos se observan en el pH, el color, la textura y la capacidad de retención de agua, que a su vez se traduce en una disminución de la calidad de la carne. Si bien la respuesta al estrés es muy variable y dependiente de la capacidad de cada animal para responder, un agente estresante por largo tiempo (transporte, ayuno prolongado), generará una afectación mayor en el animal, sea alta o baja su capacidad individual de respuesta (Gallo *et al.* 2000) (Tadich *et al.* 2003).

El cortisol es uno de los biomarcadores más utilizados para evaluar el estrés en los animales, a pesar de su variabilidad y corta vida. El aumento del cortisol en

plasma es un indicador neuroendocrino primario. Las mediciones de los niveles de cortisol basal y de su variación después de un factor estresante, son buenos bioindicadores para la evaluación del estrés crónico. Los niveles de urea se incrementan como respuesta al estrés, ya que se aumenta el catabolismo proteico y los grupos amino desechados son transformados en urea por el hepatocito para ser eliminados posteriormente por filtración glomerular y excretados por medio de la orina (Peñuela *et al* 2000).

Un claro ejemplo de esto se muestra en la investigación de Dunn (1990) quien demostró que las vocalizaciones (mugido) que realiza el animal durante su manipulación, además de reflejar malestar, se correlaciona con mayores niveles de cortisol. Gallo *et al.* (2019) plantean que estas vocalizaciones y las luchas en el cuadro de aturdimiento son indicadores que reflejan molestias o dolor en el animal.

La investigación realizada por Córdoba *et al.* (2017) muestra que el aumento en la temperatura superficial del ambiente, junto con la privación alimenticia en el animal, influye tanto en la ocurrencia de eventos agresivos como la modificación del pH muscular a las 24 horas postmortem. Las malas prácticas de manejo, sumado a instalaciones que no reúnen las características adecuadas, ocasionan estrés, agresividad e incluso una disminución de la fertilidad y el aumento de enfermedades, lo cual se puede observar en una menor producción de derivados o en la calidad de estos.

La baja calidad de la carne se observa en presentaciones oscuras, duras y secas (Dark, Firm, Dry, DFD, sigla en inglés) o, también, en muestras de color blanco (Pale, Soft, Exudative, PSE, sigla en inglés). En este tipo de muestras se evidencia mayor cantidad de bacterias, lo cual implica una menor vida útil. Kreikemeier *et al.* (1990) indican que el estrés, producido por las condiciones ambientales (nuevos ambientes, transporte, temperaturas, mezclado de animales, agresiones físicas) se relaciona con una alta presencia de DFD, lo que evidencia un alto consumo del glucógeno muscular.

Pérez-Linares *et al.* (2008), en su investigación reflejó que mayores tiempos de arreo y de transporte, alta humedad relativa en los corrales de la planta de sacrificio, así como mayor tiempo de espera del animal para entrar al insensibilizado están asociados con la carne DFD. Alarcón *et al.* (2005), realizaron un estudio sobre las carnes de cerdos sacrificados en frigoríficos, se determinó la incidencia de carnes PSE y DFD en los cerdos, registrándose una incidencia global de 3,4% de musculo PSE y 16,1% de musculo DFD.

Las lesiones provocadas por manejos inadecuados en la planta o en el traslado a esta, se evidencia en los hematomas, algunos pueden ser leves y otros muchos más profundos. Los hematomas implican que el producto no es apto para el consumo humano o que no se puede procesar. Reducir las condiciones de estrés constituye una práctica con triple propósito: garantizar el respeto y bienestar del animal; disminuir las pérdidas e incrementar la rentabilidad para el productor y aumentar la calidad de la carne para los consumidores (SENASA 2015).

Gómez (1997) describe que, las circunstancias que acompañan al proceso de sacrificio, las cuales son el traslado del animal a la planta de matanza; las condiciones ambientales; el manejo que se le da al ganado, el cambio de ambiente y otros elementos que perturban; provocan que se desencadene una respuesta fisiológica activa en el animal. Esto debido al aumento en la secreción y la liberación de adrenalina, la cual actúa esencialmente sobre el músculo estriado, estimulando la glucólisis para contribuir a la energía necesaria para hacer frente al estrés.

2.11 Las auditorías sobre el bienestar de los animales

En las plantas de cosecha, las auditorías han sido muy efectivas, ya que se basan en relativamente pocos puntos de control crítico evaluados numéricamente. Son mucho más fáciles de medir que la recopilación de datos en una multitud de elementos que varían mucho en su importancia.

Los cinco puntos principales de control crítico en una planta de sacrificio de animales de acuerdo con Grandin (2017) son:

- El porcentaje de animales aturdidos correctamente en el primer intento
- El porcentaje que permanece insensible después del primer intento
- El porcentaje que no vocaliza (bramido o chillido) durante el ascenso de la carrera y durante el manejo y aturdimiento
- El porcentaje que no se cae ni resbala durante el manejo
- El porcentaje que se mueve sin chuzos eléctricos o aguijón

Adicionalmente deben considerarse las lesiones que pueda sufrir el animal en todo el proceso desde su llegada a la planta hasta el proceso de insensibilización y posterior degollado. Al respecto, el Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria OIRSA (2016), estableció en relación con las lesiones que eventualmente podría sufrir un animal en el proceso ante mortem, cuatro indicadores de bienestar animal, a saber:

- Excelente: ningún animal se golpea.
- Aceptable: 1% de los animales se golpea.
- No aceptable: 2% a 5% de los animales se golpea.
- Problema grave: más del 5% de los animales se golpea.

2.12 Variables que pueden afectar los resultados de la auditoría

Algunas variables que pueden afectar los resultados en una auditoría de bienestar animal (Grandin 2017):

- La rotación en el personal de la planta. Puede tomar tiempo para que un nuevo empleado se convierta en un experto en manejo de animales. Sin embargo, nunca se deben tolerar actos de abuso voluntarios.
- La raza, la edad y el género del ganado. Todos estos factores afectan el temperamento.
- El manejo previo o falta de manejo y contacto humano a nivel de finca. Los animales que están acostumbrados a ver a la gente, en general, son menos asustadizos en la planta.

- El clima: el ganado a veces reacciona al clima o cambios estacionales, como una tormenta eléctrica.
- La influencia del auditor: los auditores desempeñan un papel fundamental en la evaluación del manejo humano y deben tener la experiencia adecuada y la capacidad de interactuar con el personal de la planta durante la auditoría.

2.13 Manejo de los animales en las plantas de cosecha

Grandin (1994) recomienda que en las mangas haya espacio suficiente para favorecer la movilidad natural del animal, introducir grupos pequeños y emplear látigos confeccionados con hebras textiles o de plástico. También indica que la “zona segura” es un concepto útil para arrear ganado, ya que este hace referencia al espacio que le brinda seguridad y, por lo tanto, el manejador debe respetar la distancia entre él y el animal. Este autor comenta que si el animal ha tenido mayor contacto con las personas, se considera domesticado, y por esto, su “zona segura” será más pequeña, por otra parte, si se trata de un animal de mayor tamaño y considerado salvaje, necesitará un mayor espacio.

Siguiendo con el manejo en las mangas, se recomienda que cuando el animal esté caminando no se debe cerrar la puerta, además, de que se debe introducir un grupo nuevo cuando esta se encuentre vacía, ya que, el ganado no debe ser obligado a moverse hasta que tenga suficiente espacio para hacerlo.

Gallo *et al.* (2008) indican que el manejo *ante mortem* de los bovinos es estresante, por esto, mencionan tres recomendaciones para reducir al mínimo las expresiones de estrés. La primera se refiere al diseño de estructuras como mangas, y corrales, los cuales deben cumplir con indicadores de amplitud y uso de materiales antideslizantes en el caso de los pisos y las rampas. La segunda recomendación consiste en la eliminación de distractores como objetos, brillos, sonidos e incluso personas que podrían asustar al ganado. Finalmente, el autor recuerda la necesidad de facilitar, al personal a cargo de los procesos de traslado y matanza, capacitaciones en materia de bienestar y seguridad laboral.

2.14 Protocolos de bienestar animal en la planta de cosecha ITCR-CTLSC

Seguidamente, se explica el procedimiento establecido en la planta de cosecha ITCR-CTLSC a partir del protocolo del Servicio Nacional de Salud Animal (SENASA), que se aplica desde el 2016.

2.14.1 Traslado de los bovinos hacia los corrales y arreo por la manga hacia la planta

Este proceso, desde el concepto de bienestar animal, incluye que el personal, capacitado para tales efectos, es responsable del traslado desde la manga hasta el corral. Para ello, se utilizarán arreadores confeccionados con tiras de cuero o textil. El operario trasladará a los animales, en grupos pequeños, por la manga y hacia el cajón de aturdimiento, para ello, se colocará a un lado de la manga a la altura de los cuartos traseros.

En este proceso está prohibido emplear el chuzo eléctrico dentro de los corrales; jalar a los animales de las orejas o el rabo con el objetivo de que caminen más rápido; emitir gritos, chillidos o ruidos fuertes, todo lo anterior puede derivar en amontonamientos o caídas (ITCR 2016).

2.14.2 Estancia a los bovinos en los corrales de estabulación de manera más humanitaria

Los corrales de estabulación deben tener la capacidad de albergar el ganado respecto del tránsito y la capacidad de procesamiento. Por esto, en las etapas de diseño y construcción resulta necesario considerar estos aspectos con el objetivo de que no se comprometa el bienestar del animal, ni tampoco la calidad del producto cárnico. De acuerdo con el protocolo de bienestar animal que se aplica en la planta de cosecha ITCR-CTLSC (2016), algunas características constructivas que favorecen la estancia del ganado son:

- Bebederos de agua potable con permanente flujo de líquido
- Resguardo contra fenómenos climáticos como la lluvia y el viento
- Suelos contruidos con desagüe y materiales antideslizantes

- Ventilación adecuada para que circulen los gases residuales como el amoníaco.
- Corrales amplios que permitan la movilidad del animal y la inspección del personal
- Corrales para aislar animales enfermos o heridos.

Adicional a lo previamente indicado, debe considerarse la afectación que la temperatura del lugar puede generar sobre los bovinos. Al respecto Espinoza *et al* (2011) determinó que el ganado de raza *Bos indicus* adquirió genes que le confirieron termotolerancia, en comparación con los bovinos de la raza *Bos taurus*. Es por esta razón que los bovinos *Bos indicus*, son más adaptables a climas calientes. Por su parte, Espinoza *et al* (2011) indica que los bovinos incrementan la frecuencia respiratoria, ventilación pulmonar y la vaporización respiratoria cuando hay un aumento en la temperatura, sin embargo cuando la temperatura alcanza los 26,7° C en los *Bos taurus* y 35° C en los *Bos indicus*, dicho mecanismo de termorregulación corporal no funciona y se imposibilita la disipación del calor.

Es por ello que en los procesos de revisión y auditoría debe contemplarse la medición de la temperatura dado a que pueda generar afectación en el bovino.

2.14.3 El aturdimiento de los bovinos

De acuerdo con Wotton (1999) este proceso tiene como objetivo principal, hacer que los animales destinados al sacrificio pierdan de forma inmediata la conciencia, tanto para evitar su dolor y las molestias al ser sangrados, como para evitar los riesgos de accidentes en los operarios.

El aturdimiento es un proceso que se establece, de acuerdo con los estándares internacionales, como imprescindible para que la matanza del animal pueda realizarse sin generar mayores afectaciones sobre este. Cabe considerar la perspectiva de Oliveira (2002) sobre el concepto de matanza humanitaria, entendida como los procedimientos técnicos y científicos que garantizan el bienestar animal desde la carga, hasta el sangrado en la planta de sacrificio.

La Organización Mundial de Salud Animal (OIE) (2011) menciona que el impacto en el cráneo produce la pérdida de conocimiento. El daño físico causado al cerebro por la penetración puede provocar la muerte; no obstante, después del disparo se procederá cuanto antes al descabello o al sangrado para asegurarse de que el animal ha muerto.

Las ventajas de usarlo es que la movilidad de la pistola de cartucho reduce la necesidad de desplazar los animales, el método provoca la pérdida inmediata de conocimiento. Las desventajas son que una pistola mal cuidada, un error de tiro y una posición y orientación imprecisas de la pistola pueden afectar al bienestar del animal, las convulsiones consecutivas al aturdimiento pueden dificultar el descabello o hacer que sea arriesgado, no es un método fácil de aplicar a animales nerviosos. El uso repetido de una pistola de cartucho puede recalentarla, la pérdida de fluidos corporales puede representar un riesgo para la bioseguridad, la destrucción del tejido cerebral puede impedir el diagnóstico de ciertas enfermedades (OIE 2011).

En relación con los tipos de procedimiento para el aturdimiento, puede ser mecánico, eléctrico o químico, o de otra índole, a fin de que el estado de vigilia y la capacidad de experimentar sensaciones se elimine, lo que resulta esencial para el bienestar animal y la calidad de la carne.

La caracterización de estos métodos de acuerdo con la perspectiva de Figueroa *et al.* (2011):

- Mecánica: se incluye el uso de pistolas con proyectil retenido, que produce conmoción o contusión en el cerebro del animal. Este método es el más utilizado dado que tiene un bajo costo de adquisición, instalación y mantenimiento, comparativamente con otros sistemas. Desde la perspectiva de Bienestar animal, se espera que este método produzca la pérdida de conciencia y que no haya probabilidad de recuperación.
- Eléctrica: este método puede emplear dos electrodos de cabeza, que transmiten corriente eléctrica al cerebro o un tercer electrodo que produce un

paro cardíaco. Se requiere de la pericia técnica para que la corriente aplicada, atraviese de forma efectiva el cerebro, de lo contrario se puede generar una afectación en el animal al producirse quemaduras y electrocución.

El uso de bala con un proyectil disparado por un arma de fuego de largo alcance deberá apuntar al cráneo o al tejido blando de la parte superior del cuello del animal (disparo en lo alto del cuello) para provocar conmoción irreversible y muerte, y esta operación la realizarán solamente tiradores con la preparación y la competencia adecuadas (OIE 2011). El método mecánico, es el más utilizado a nivel mundial, es por esta razón que se requiere que el personal técnico esté capacitado para que en el proceso se genere el menor daño y se cumpla el objetivo de insensibilizar al animal.

Las ventajas del uso correcto de bala es que es un medio de sacrificio rápido y eficaz, no requiere o se usa muy poca sujeción, un tirador bien entrenado y competente puede matar al animal a distancia, es un método adecuado para el sacrificio de animales nerviosos en espacios abiertos. Las desventajas: puede ser peligroso para las personas y para otros animales presentes en la zona, la herida puede no ser mortal, la destrucción del tejido cerebral puede impedir el diagnóstico de ciertas enfermedad, la pérdida de fluidos corporales puede representar un riesgo para la bioseguridad (OIE 2011).

En esta etapa, por lo tanto, se requiere que la persona responsable del método de aturdimiento cuente con competencia para este proceso, ya que entre otros aspectos debe asegurarse que (OIE 2011):

- El ganado ingrese a la rampa de aturdimiento de uno en uno.
- El disparo (rifle calibre 22) se aplique correctamente en la parte frontal de la cabeza.
- Discernir que el aturdimiento ha logrado el cometido deseado y en caso contrario aplicar un segundo disparo.
- No se aturdan animales que no vayan a sacrificarse inmediatamente.

Requisitos para una utilización eficaz según la OIE (2011):

- El tirador tendrá en cuenta la seguridad de las personas en la zona en que ejecute la tarea. Todo el personal que participe en las operaciones deberá llevar protecciones oculares y auriculares adecuadas.
- El tirador se asegurará de que el animal no se mueve y está en posición correcta para disparar con acierto, de que la distancia de tiro es lo más corta posible (5 cm a 50 cm para una escopeta), y de que el cañón no está en contacto con la cabeza del animal.
- Se utilizará el cartucho, calibre y tipo de bala correcto para cada especie y para la edad y el tamaño de cada animal. En principio, la munición se diseminará con el impacto y su energía se difundirá dentro del cráneo.
- Tras el disparo, los animales serán observados hasta comprobar la ausencia de reflejos del tronco cerebral.

Según el protocolo de bienestar animal, los signos que indican que este proceso se ha llevado con éxito son (ITCR 2016: 22-23):

- El animal se cae inmediatamente y no trata de levantarse.
- El cuerpo y los músculos del animal adquieren tonicidad (rigidez) inmediatamente después del golpe.
- La respiración rítmica normal se detiene.
- El párpado permanece abierto, con la órbita mirando de frente y sin desviación alguna.
- El animal no vocaliza

Además de lo anterior, el personal debe velar porque antes de cada procedimiento se haya verificado que el equipo funciona y que se puede utilizar de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2001) menciona que es importante poder determinar si el animal está insensible luego del aturdimiento, ya que el desangrado y el faenado de la canal no

pueden comenzar sin haber realizado completamente el aturdimiento. Cuando bovinos se aturden por medio de una pistola de perno cautivo, el animal debe desplomarse inmediatamente, la respiración regular debe detenerse. No debe haber ningún reflejo de la córnea ni de parpadeo al tocar el ojo. Se deben buscar estos signos de insensibilidad antes de iniciar el desangrado, generalmente estando el animal colgado en el riel de desangrado.

Al respecto Martin *et al.* (2018) observaron que los bovinos, posterior al uso del perno cautivo como método de insensibilización, presentaron reacciones en los miembros anteriores y posteriores. Sobre este aspecto Grandin (2017) ha determinado, en relación con los signos de que un animal ha sido aturdido adecuadamente, la presencia de patadas descoordinadas y que no haya por parte del animal intento de reincorporación.

La fase tónica que se caracteriza por el movimiento de las extremidades posteriores y extremidades anteriores con movimientos no coordinados post aturdido de bovinos. Estos movimientos pueden continuar hasta tres minutos después del inicio del desangrado. Los circuitos que generan movimientos recíprocos de las piernas para caminar se encuentran en la médula espinal que se comunica con el tronco encefálico. Cuando esta línea de la comunicación se ve interrumpida por el aturdimiento, el circuito para caminar se convierte hiperactivo causando patrones involuntarios de actividad en las patas de los bovinos (Martin *et al.* 2018).

Es normal que un animal presenta reflejos como las “patadas” estando bien aturdido con electricidad, perno cautivo o disparo con arma de fuego. Aunque el animal tenga reflejos de patalear, su cabeza debe descolgarse como la de un muñeco de trapo. Si intenta levantar la cabeza significa que todavía puede estar sensible. El animal que trata de enderezarse se debe aturdir nuevamente de inmediato. El jadeo es permisible, ya que es un signo de un cerebro moribundo. Si la lengua se descuelga directamente hacia abajo, flácida y suelta, el animal

definitivamente está aturdido. Si está enroscada, es un signo de posible sensibilidad (FAO 2001)

De acuerdo con Humane Slaughter Association (2006) para determinar que se ha realizado un proceso de aturdimiento efectivo se debe observar que el animal colapse, no presente respiración rítmica, no presente contacto visual y expresión en los ojos, no presente reflejo corneal, presente la mandíbula relajada y la lengua fuera de la boca.

2.14.4 El sangrado de los bovinos

Posterior al aturdimiento, los animales deberán de ser desangrados inmediatamente, porque de lo contrario, la presión sanguínea incrementa y, por tanto, se rompen los vasos, ocasionando hemorragias que aceleran el proceso de descomposición y eventualmente la pérdida del producto cárnico. El sangrado es un método de matanza de animales que consiste en cortar los principales vasos sanguíneos del cuello o del tórax, lo que ocasiona una rápida caída de la tensión sanguínea y conduce a la isquemia cerebral y a la muerte. La ventaja es que la técnica es eficaz para producir la muerte tras un aturdimiento eficaz que no permita el descabello, y la desventaja es que puede prolongarse y/o ser ineficaz debido a las convulsiones del animal (OIE 2011).

Requisitos para una aplicación eficaz (OIE 2011):

- Se necesita un cuchillo afilado.
- Hay que acceder al cuello o al tórax del animal.
- Los animales deben ser observados hasta comprobar su muerte por la ausencia de reflejos del tronco cerebral.

Según Humane Slaughter Association (2006) el intervalo entre el disparo y el desangrado no debe sobrepasar un máximo de 60 segundos (s) en bovinos cuando se utiliza el perno cautivo penetrante. Torrescano *et al.* (2008) también describen que el periodo máximo que se estima conveniente entre el lapso que transcurre entre el aturdido y el degollado es de 60 segundos máximos. Sin embargo, otros

autores como OIRSA (2016), indican que entre la etapa de aturdimiento, y el proceso de elevación para el desangrado deben cumplirse como máximo 30 segundos, en caso contrario, existe la posibilidad de que el animal recupere la conciencia.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), respecto del periodo de los 30 segundos indicados en el párrafo anterior, menciona dos estados en los que puede encontrarse el animal posterior al aturdimiento:

- Fase tónica (duración diez segundos a doce segundos): - el animal se colapsa y se vuelve rígido; - respiración arrítmica; - patas anteriores extendidas y posteriores flexionadas hacia el cuerpo.
- Fase clónica (duración 20 s a 35 s): - pataleo incontrolado; - girado del ojo, parpadeo y salivación. (5-6)

2.14.5 Indicadores de bienestar tomados en cuenta en una planta de cosecha

Indicadores de bienestar animal en respuesta al manejo (SENASA 2015: 13 -14):

- La rapidez de salida de la manga del corral o del brete de contención
- El comportamiento durante el arreo o manejo
- Ausencia de resbalones y caídas
- Las vocalizaciones
- Los gritos y golpes por parte del personal
- El uso de instrumentos autorizados para inducir el movimiento
- El uso de instrumentos prohibidos para inducir el movimiento (picana, cadenas y otros) según corresponda»

En relación con los aspectos de infraestructura, equipamiento y ambiente asociados al confort animal se indica que (SENASA 2015: 13p -14p):

- El buen estado de las instalaciones básicas, como caminos, corrales, alambrados, reparos, mangas, cepos, corrales de encierre, rampas, y otros es suma importancia para el bienestar y seguridad de los animales.

- Cantidad y calidad de comederos y de bebederos.
- Estado de instalaciones específicas
- Tipo y mantenimiento de equipos vinculados al tipo de producción
- Presencia de insectos, plagas y animales silvestres incompatibles con la especie (predadores entre otros).

Con base en lo anterior, se plantea la perspectiva de Grandin (1998: 1 -2) quien plantea el uso del comportamiento animal como indicador de bienestar, y recomienda cuantificarlo determinando:

Cuadro 2 Indicadores de bienestar animal evaluados en planta de cosecha

Evento	Porcentaje máximo aceptable
Uso de picana eléctrica	25%
Animales que resbalan	3%
Animales que caen durante el arreo	1%
Animales que vocalizan	3%

Fuente: Grandin (1998: 1 -2)

Grandin (1998:1 -2) establece, asimismo, indicadores de insensibilización de acuerdo con los criterios de bienestar animal. Al respecto, indica que se considera aceptable cuando entre un 95% y 98% de los animales son insensibilizados instantáneamente con disparo del perno cautivo, por otro lado, el criterio de no aceptable se establece cuando el 90% y 94% de los animales son insensibilizados instantáneamente y grave cuando el porcentaje es menor al 90%.

Gallo (2000) describe que el objetivo de la insensibilización antes del sangrado es que el animal no sienta dolor, recomienda el empleo de indicadores a los cuales le adjudica un porcentaje:

- Si caen después del primer tiro del perno cautivo, se considera aceptable un 95%
- El máximo aceptable para muestra de signos después del disparo es de 2%

Respecto de lo anterior, Gallo (2000), demostró que, en Chile, en tres plantas, una auditoría arrojó que, el 85% de los animales caían después del primer disparo. En la auditoría también se evidenció que un 3% de los bovinos mostraron signos de conciencia posterior al aturdimiento. Este último resultado es inaceptable según los parámetros de Grandin (1998).

Asimismo, Romero *et al.* (2012) estudiaron dos plantas de cosecha del occidente colombiano donde evaluaron la conducta de los animales en eventos tales como los resbalones, las caídas y las vocalizaciones. En la investigación, se utilizaron como criterios aceptables los propuestos por el Instituto Americano de la Carne y el Comité Ético del Bienestar Animal donde exigen porcentajes menores del 3% para las caídas, menor del 1% para los resbalones, menor del 3% para las vocalizaciones. Como resultado encontraron que los animales que resbalaron representaron un 30,6% en la planta A y 19,9% en la B. Las vocalizaciones, 9,9% en la planta A y 12,1% en la planta B y por último las caídas, un 7,8% en la planta A y 20,3% en la planta B 116 animales sufrieron caídas; su respectivo porcentaje es 20,3%.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación y periodo de estudio

La investigación se realizó en la Planta de Cosecha del Instituto Tecnológico de Costa Rica, Compus Tecnológico Local San Carlos (ITCR-CTLSC), ubicada en la comunidad de Santa Clara, distrito de Florencia, cantón San Carlos provincia de Alajuela, Costa Rica. La planta se localiza a 160 msnm, aproximadamente, y se encuentra entre las coordenadas CRTM05 a 1.145.930,33 al norte y 444.455,53 al este.

En esta planta, se evaluaron los indicadores asociados a las buenas prácticas de bienestar animal en bovinos. La recolección de datos se llevó a cabo desde el mes de diciembre del 2018 hasta febrero del 2019. Se evaluaron y colectaron en total 328 datos de animales. La sistematización y el análisis de la información se realizó en un plazo de tres meses.

En la Figura 1 se observa el plano de la planta de cosecha del ITCR-CTLSC. El área de toma de datos abarcó la zona de corrales, con un total de seis, el área de la manga, y finalmente el sector de aturdido y desangrado.

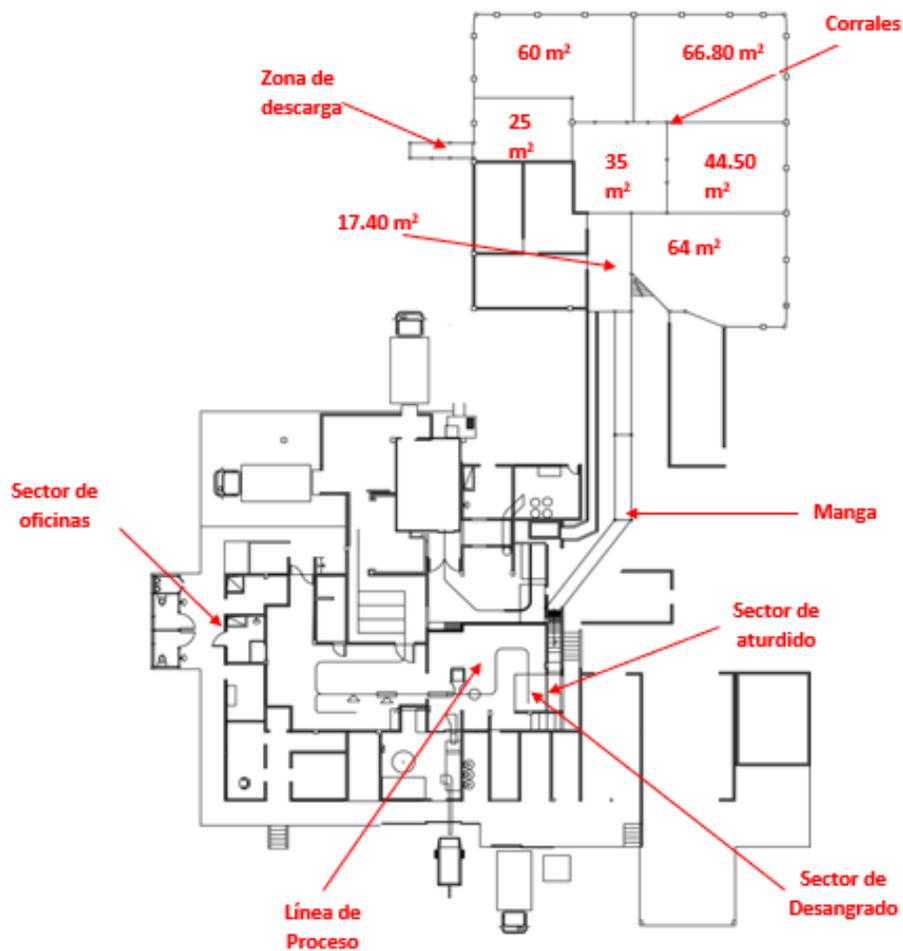


Figura 1. Croquis del área experimental Planta de Cosecha del ITCR-CTLSC, 2020.

En la Figura 2, se observa el área de toma de datos de los corrales antemortem de la planta de cosecha del ITCR-CTLSC. Dichos corrales se encuentran totalmente techados, con piso de concreto y cada uno de los corrales cuentan con bebederos para la hidratación de los animales.



Figura 2. Corrales antimortem de la planta de cosecha del ITCR-CTLSC, 2019.

3.2 Universo de estudio

El ganado que se procesa en la planta de cosecha posee características variadas en cuanto a la procedencia, la condición sexual y racial, lo que genera un conjunto de unidades muestrales heterogéneas.

La muestra de estudio se compuso por un total de 328 bovinos. Estos fueron seleccionados tomando en cuenta sus características raciales (*Bos taurus*, *Bos indicus* y *Bos taurus x Bos indicus*), sexo (macho o hembra) y procedencia (subasta o finca), bajo un diseño de muestreo estratificado sistemático con arranque aleatorio.

Las características entre *Bos taurus* y *Bos indicus* que fueron tomadas en cuenta durante este estudio, para la caracterización de su línea racial se observan detalladamente en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Principales diferencias fenotípicas entre las razas de ganado *Bos indicus* y *Bos taurus*

Atributos	<i>Bos indicus</i>	<i>Bos taurus</i>
Apariencia	Corpulentos, musculosos, sin grasa subcutánea y sin carne y grasa. Esqueleto de grasa abundante. Esqueleto huesos cortos y gruesos, signos de huesos largos y finos, de gran precocidad. índices de fortaleza física.	Voluminosos y con abundante y grasa. Esqueleto de huesos cortos y gruesos, signos de huesos largos y finos, de gran precocidad.
Temperamento	Activo y vivaz.	Tranquilo o apático.
Conformación corporal		
Cabeza	Proporción mediana, larga y estrecha.	Proporcionalmente pequeña, corta y ancha.
Orejas	Largas, puntiagudas, móviles y/o pendulosas.	Cortas no pendulosas.
Cuernos	Grandes y fuertes (excepto en el Nelore).	Cortos y finos.
Cuello	Mediano y largo.	Corto a mediano.
Línea dorsal	Cruz alta y dorso lomo algo más bajo.	Es una sola línea horizontal.
Tórax	Algo estrecho pero profundo y largo.	Amplio y con costillas bien arqueadas.
Pecho	Estrecho y profundo.	Ancho y profundo.
Espalda	No muy musculosas.	Musculosas.
Grupa	Ancha, corta y oblicua.	Amplia y horizontal.
Cuarto posterior	Musculoso.	Muy desarrollado.

Atributos	<i>Bos indicus</i>	<i>Bos taurus</i>
Cola	Implantada alta, larga y con forma de látigo.	Inserción a nivel, corta y gruesa.
Giba	Implantada en la cruz o dorso, muy voluminosa.	Carece de giba.
Extremidades		
Miembros	Largos de huesos finos.	Cortos y de huesos gruesos.
Piel		
Cuero	Fino y de mayor área formando pliegues colgantes en papada, vientre y prepucio intensamente pigmentado.	Textura espesa, por lo general sin pigmentar (Razas negras Aberdeen, Angus, etc.)
Pelaje		
Cobertura pilosa	Pelos cortos, finos, lacios y muy suaves.	Pelos relativamente largos, rizados y ondulados.
Color	Piel negra o ébano y pelos blancos, colorados, grises o negros.	Piel y pelos claros excepto en algunas razas negras.

Fuente: Gasque *et al.* 2001

3.3 Metodología de toma de datos

Seguidamente, se describe el proceso llevado a cabo para la toma de datos.

3.3.1 Variables de respuesta

En esta investigación, se evaluaron los indicadores de bienestar animal asociados al estado, el comportamiento animal, la infraestructura de la planta de cosecha y el manejo de los animales por parte del personal de la planta.

A partir de estas variables, se procedió mediante la observación y la cuantificación a registrar los eventos en una hoja de campo, que posteriormente se digitalizó para el análisis.

Los indicadores asociados al bienestar animal que se evaluaron en la planta de cosecha del ITCR-CTLSC, se observan en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Indicadores de evaluación en variables de bienestar animal asociados al comportamiento, manejo e infraestructura en la planta de ITCR-CTLSC, 2019.

Asociadas al estado, condición o comportamiento animal
Evidencia de lesiones o golpes
Dificultad de desplazamiento (renqueras)
Vocalizaciones (ante y post aturdido)
Eyecciones (orina y heces)
Reacciones de extremidades (post aturdido)

Asociadas a la infraestructura, equipo y manejo del personal
Uso de instrumento (chuzo eléctrico o picana)
Resbalones (condición de superficies)
Aturdido con perno cautivo
Uso de Bala "U"
Evaluación de temperatura ambiental en los corrales ante mortem (grados Centígrados, °C)

3.3.2 Trazabilidad

La procedencia de cada animal se determinó mediante la guía control de movilización y rastreabilidad grupal de ganado bovino, esta indicaba quien es el dueño del animal, el sexo, la procedencia, tanto de finca o subasta, fierro o arete y características del transporte del animal.

3.3.3 Determinación de la condición sexual

La condición sexual y la raza se determinó en la manga antemortem a partir de la observación, cuando se trata de un toro, la presencia de testículos y pene, si el animal era castrado (carece de testículos) la presencia de su pene. En el caso de las hembras se diferenciaba por la presencia de ubre y vagina.

3.4 Descripción de la toma de datos para cada variable

El proceso de recolección de la toma de datos se organizó en cuatro etapas, seguidamente, se describen.

3.4.1 Primera etapa

La primera etapa comprende la inspección de los corrales. Seguidamente, se describe el proceso.

3.4.1.1 Inspección de corrales antemortem

Todas las mañanas se determinó la cantidad de animales por corral antemortem mediante la cuantificación. Igualmente, se procedió a la revisión de que cada corral contara con su respectivo bebedero con agua limpia.

Se procedió a evaluar la temperatura ambiental en lapsos de cada hora desde las 6:30 am hasta que terminara la matanza, normalmente 12:30pm, en los corrales de espera con un termómetro digital marca Hanna con exactitud de $\pm 0,2$ °C ($\pm 0,5$ °F). En la Figura 3, se muestra el termómetro empleado para medir la temperatura, se verificó La Guía de Control de Movilización y Rastreabilidad Grupal de Ganado Bovino (Figura 4).



Figura 3. Termómetro marca Hanna utilizado en la inspección de los corrales antemortem, ITCR-CTLSC, 2019.

GUÍA NÚMERO: Programa Nacional de Rastreabilidad
GUÍA OFICIAL DE MOVILIZACIÓN DE GANADO BOVINO

VENASA
EST. 2012

1. ORIGEN Y DESTINO DE LOS ANIMALES

1.1 Propietario de los animales (Responsable Inscribita)

1.2 Firma del Propietario de los animales (Responsable Inscribita) o su representante

1.3 Ciudad del Propietario de los animales (Responsable Inscribita) o su representante

1.4 CÓDIGO DE LA FINCA DE ORIGEN

1.5 Coloque AQUÍ el adhesivo con el CÓDIGO DE LA FINCA DE ORIGEN

1.6 Nombre del establecimiento de DESTINO

1.7 Responsable del establecimiento de DESTINO

1.8 Tipo de establecimiento de DESTINO

SUMATA MATADERO FINCA FERIA OTRO

1.9 CÓDIGO DEL ESTABLECIMIENTO DE DESTINO

2. DATOS DE EMBARQUE

2.1 Anote el número de BOVINOS A MOVILIZAR

2.2 Anote el número total de bovinos POR CATEGORÍA

2.3 Anote la FECHA y HORA del EMBARQUE

DIAS: DOMINGO LUNES MARTES MIÉRCOLES JUEVES VIERNES SÁBADO

HORA: AM PM

2.4 Dibuje en el cuadrícula la marca o fierro de los bovinos a movilizar (Dibuje según sea por el responsable)

2.5 Si los bovinos están identificados individualmente, complete el cuadro

1	11	21	31
2	12	22	32
3	13	23	33
4	14	24	34
5	15	25	35
6	16	26	36
7	17	27	37
8	18	28	38
9	19	29	39
10	20	30	40

3. DATOS DE TRANSPORTE

3.1 Nombre del transportista o su representante

3.2 Firma del transportista o su representante

3.3 Ciudad del transportista o su representante

3.4 CÓDIGO DE TRANSPORTISTA

3.5 Coloque AQUÍ el adhesivo con el CÓDIGO DE TRANSPORTISTA

Figura 4. Guía de Control de Movilización y Rastreabilidad Grupal de Ganado Bovino ITCR-CTLSC, 2019.

Se revisaron elementos distractores para el movimiento del ganado, como reflejos, basuras, u otros elementos que pudieran perturbar a los animales. Se evaluó el empleo del chuzo eléctrico o el uso de instrumentos como picana por parte de los trabajadores. La Figura 5, muestra el área de los corrales donde se evaluaron datos de inspección antemortem.



Figura 5. Área de corrales de la planta de cosecha del ITCR-CTLSC, 2019.

3.4.2 Segunda etapa

La segunda etapa abarcó la inspección de las mangas. A continuación, se explica el procedimiento.

3.4.2.1 Inspección de mangas

En esta etapa, el personal de la planta trasladó las reses en fila desde los corrales hasta la misma manga, en grupos de tres a cuatro dependiendo del tamaño del bovino. Antes de la entrada a la trampa de aturdimiento, se evaluaron los signos que evidentemente reflejaban situaciones de estrés, como la vocalización y eyecciones. Además, en este segmento, también se documentaron las siguientes variables.

- El empleo del chuzo eléctrico o el uso de instrumento por parte de los trabajadores. La cantidad de resbalones de los animales ocasionados ya fuera por el mal manejo de los trabajadores o por problemas de infraestructura.

- Los elementos distractores como ruidos y reflejos. En la Figura 6, se muestra la manga antemortem, zona donde se evaluaron datos en esta segunda etapa de las de mangas.



Figura 6. Evaluación de animales en las mangas en la planta de cosecha del ITCR-CTLSC, 2019.

3.4.3 Tercera etapa

En la tercera etapa se realizó la inspección del cajón de aturdimiento, a continuación, se describe el proceso para la recolección de datos.

3.4.3.1 Inspección en el cajón de aturdimiento

Dentro del cajón, el animal se inmovilizó mediante un dispositivo de sujeción del cuello, el cual asegura la estabilidad para que el aturdimiento se realice correctamente, el golpe debe ser aplicado en la parte adecuada del cráneo y en la dirección apropiada.

En los bovinos, el proyectil que penetra el cráneo para su respectivo aturdimiento lo aplican en medio de la frente, como se muestra en la Figura 7.

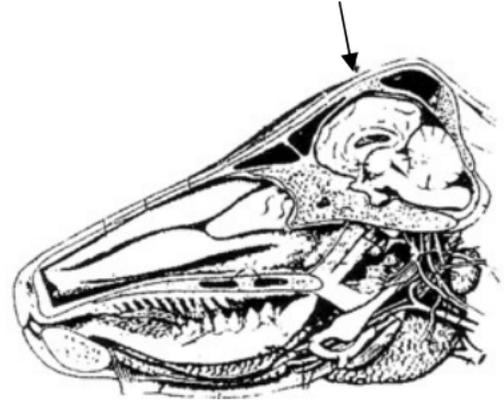
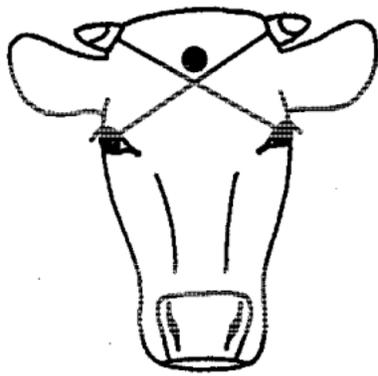


Figura 7. Esquema de la forma adecuada y posición de pistola para el correcto aturdimiento según HSA (2006)

En la Figura 8, se aprecian los animales en el cajón de inmovilización en la planta de cosecha.



Figura 8. Evaluación de animales en el cajón de inmovilización en la planta de cosecha del ITCR-CTLSC, 2019.

El aturdimiento se realizó mediante un perno cautivo penetrante marca GIL, modelo MGO 1301, que consiste en un perno penetrante que por medio de presión neumática introduce un pin dentro de la bóveda craneana, logrando la pérdida del conocimiento.

En esta etapa, se contabilizó la cantidad de veces en que se utilizó el perno cautivo con cada animal, de la misma forma, se cuantificó si el bovino vocalizaba luego de haber sido insensibilizado. Adicionalmente, si se procedió al uso de la bala “U” por medio del rifle calibre 22, y cuántas veces le disparaban al animal. En la Figura 9, se muestran animales aturdidos por medio de perno cautivo y sacrificados con bala “U”.



Figura 9. Evaluación de animales aturdidos por medio de perno cautivo y sacrificados con bala “U” en la planta de cosecha del ITCR-CTLSC, 2019.

Según Concha (2010), los signos físicos de un animal que es aturdido correctamente son:

- El animal se desploma
- La respiración no es rítmica
- La mirada es fija y vidriosa
- No hay reflejo corneal
- Las mandíbulas están relajadas
- La lengua cuelga

3.4.4 Cuarta etapa

Finalmente, en la cuarta etapa se realizó la inspección del área de degollado, la cual se describe a continuación.

3.4.4.1 Inspección en área de degollado

Una vez que la res se aturdió o mató, los trabajadores la encadenan por el miembro posterior izquierdo y la elevan para efectuar el desangrado, por medio del teclé mecánico hasta el riel aéreo. En esta etapa, se realiza el pesaje en pie, en la línea aérea, y luego se procede con el degollado en la vena yugular y la arteria carótida. Se registró el tiempo que transcurrió entre el aturdimiento y el degollado con un cronómetro por cada uno de los animales evaluados, así mismo se anotó si el animal reaccionaba en sus extremidades. En la Figura 10 se observa el área de degollado de bovinos.



Figura 10. Etapa de degollado de bovinos en la planta de cosecha del ITCR-CTLSC, 2019.

3.5 Diseño de muestreo

Se seleccionó un tamaño de muestra aceptable con un error de muestreo máximo del 5%, la cual se estimó en 300 animales para la mayor parte de las

variables. Finalmente, se decidió hacer el muestreo con 328 animales, los cuales llegaron a la planta de cosecha en el periodo anteriormente establecido.

Los animales que fueron incluidos en la muestra se seleccionaron mediante un diseño de muestreo sistemático con arranque aleatorio y su incorporación a la muestra se realizó cada día, en la manga antemortem.

3.6 Modelo estadístico

El análisis de la información recabada se ejecutó mediante el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + LR_1 + S_j + E_k + CR_1 * S_j + LR_1 + E_k + S_j * E_k + LR_1 * S_j * E_k + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_i : es la respuesta de la variable evaluada

μ : es el efecto medio de todos los tratamientos

LR_1 : es el efecto i-ésimo líneas raciales

S_j : es el efecto j-ésimo de los sexos

E_k : es el efecto k-ésimo de la edad

ε_{ij} : es el error aleatorio asociado a la observación Y_{ij}

3.7 Análisis estadístico

Se obtuvieron las frecuencias absolutas y relativas para cada evento (variable) registrado para todas las variables. Se determinó la asociación entre variables de tipo ordinal (escalas) mediante tablas de contingencia y las diferencias significativas se determinaron por la X^2 de Pearson. La comparación entre factores (procedencia, raza y sexo) para la variable “tiempo entre aturdido-degollado” se realizó con modelos lineales mixtos y generales (MLMix) y la prueba de comparación múltiple de LSD-Fisher. Todos los análisis se efectuaron con el programa estadístico InfoStat/P (Di Rienzo et al. 2018), con un nivel de significancia del 0,05.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Caracterización de la población objeto de estudio

En este capítulo, se presenta el análisis de resultados, con base en la evaluación de cumplimiento de los indicadores asociados a las buenas prácticas de bienestar animal en bovinos de la Planta de Cosecha del ITCR-CTLSC

En dicha planta, durante el período de estudio, se evaluaron 328 bovinos, de las razas *Bos indicus* (Bi), *Bos Taurus* (Bt) y del cruce *Bos indicus x Bos taurus*. Al respecto en el Cuadro 5 se presenta la distribución de dichos bovinos según la procedencia, el sexo y la raza.

Cuadro 5. Distribución de bovinos según procedencia, sexo y raza evaluados en la Planta de Cosecha, ITCR CTLSC, 2019.

Sexo	Raza	Finca		Subasta		Total	
		n	%	N	%	n	%
Hembras	<i>B. indicus</i>	17	43,6	28	50,0	45	13,7
	<i>B. taurus</i>	9	23,1	3	5,4	12	3,7
	<i>Bi x Bt</i>	13	33,3	25	44,6	38	11,6
Subtotal		39	17,8	56	51,4	95	29,0
Machos	<i>B. indicus</i>	139	77,2	42	23,3	181	55,2
	<i>B. taurus</i>	19	10,6	5	2,8	24	7,3
	<i>Bi x Bt</i>	22	12,2	6	11,3	28	8,5
Subtotal		180	82,2	53	48,6	233	71,0
Total		219	66,8	109	33,2	328	100,0

En términos de distribución porcentual el 66,8% de los bovinos proviene de finca y el 33,2% de subasta, esto se puede deber a que, de los cinco días de cosecha en la planta, solo dos días se ven influidos por las subastas, y el resto la tendencia de ganado es proveniente de finca.

Del total de los animales de subasta, el 51,4% corresponde a hembras y el 48,6% a machos; según una encuesta realizada por Corporación Ganadera (CORFOGA) (2007), los animales con mayor entrada en subastas son las hembras de desecho, las cuales, la gran mayoría, son provenientes de lecherías, y son desechadas debido a que presentan alguna complicación que afecta su desarrollo, tanto productivo como reproductivo.

En cuanto a los machos terminados son los que presentan menor porcentaje de entrada en las subastas ganaderas puesto que la mayoría de los productores prefieren comercialarlo de manera directa y mandarlo al matadero para obtener un mejor precio.

De acuerdo con las estimaciones de CORFOGA (2012), la distribución estimada del destino del ganado con origen en subastas ganaderas, el 27,6% se destina en plantas de cosecha, el 72,1% en fincas primarias y el 0,3% en subastas.

En la subasta sancarleña hay una importante participación tanto de compradores para finca como para matadero regional, 78,1% para fincas y 28,9% para matadero.

La subasta de la Cámara de Ganaderos de San Carlos tiene un mayor porcentaje de movilización desde la subasta a planta de cosecha que hacía finca, más de la mitad del ganado que se moviliza 52,2% tiene destino de matadero, mientras que un 47,5% hacia fincas primarias.

Del total de animales sacrificados en la planta de cosecha, el 71,0% son machos y 29,0% hembras, un estudio de Céspedes (2019), realizado en la misma planta de cosecha, obtuvo un valor porcentual similar, donde el 68% del total eran machos y 32% hembras.

Contrario a los datos nacionales, donde para el 2019 la matanza representaba un 51% por machos, y un 48% por hembras (CORFOGA 2019). Probablemente, porque en la planta de cosecha del ITCR-CTLSC se ofrece un servicio a carnicerías locales que, preferencialmente, por un factor de rendimiento cárnico y calidad buscan toros y novillos, mientras que podría explicarse una mayor cantidad de hembras en las plantas de cosecha del Valle Central, en donde sacrifican cerca del 80% del total de país, por un efecto de mercado para la producción de recorte rojo o BSCH para la exportación principalmente a Estados Unidos destinada a la producción de tortas de carne (Rodríguez 2020).

4.2 Variables asociadas al bienestar animal en el proceso ante mortem en la Planta de Cosecha, ITCR CTLSC

Se presenta el análisis de las variables asociadas al bienestar animal en proceso ante mortem a saber: uso de chuzo eléctrico, resbalones, lesiones y eyecciones.

4.2.1 Uso del chuzo eléctrico en bovinos ante-mortem

El 77,8% de los bovinos requirió, al menos, una o más veces el chuzo eléctrico como mecanismo para la movilización, mientras que en el 23,2% no se usó (Figura 11). Para esta variable, se encontraron diferencias no significativas por procedencia, sexo o raza del animal (X^2 , $p = 0,9658$, $p = 0,3368$ y $p = 0,4546$, respectivamente), aunque se registró una disminución en el uso del chuzo eléctrico en animales *Bos taurus* (69% contra el 78% en los otros dos grupos). De acuerdo con el Departamento de Industrias Primarias (2020) de Nuevo Gales del Sur (Australia), los animales *Bos indicus* se caracterizan por ser más temperamentales y defensivos, en comparación con los *Bos taurus*, lo que conlleva a que los animales *Bos indicus* reaccionan más ante los diferentes estímulos ambientales

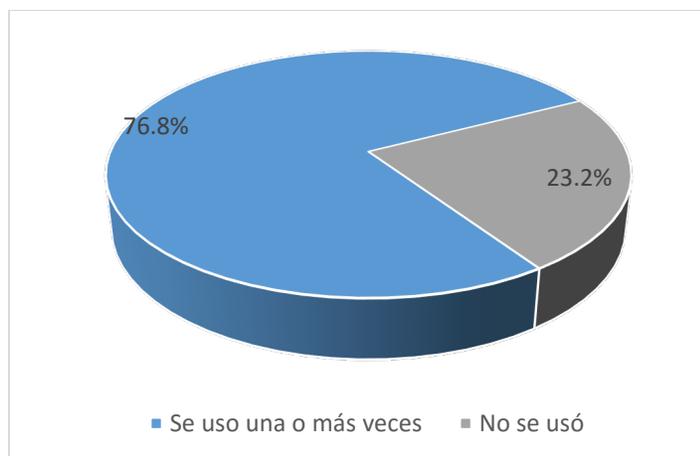


Figura 11. Distribución porcentual de uso del chuzo eléctrico en bovinos antemortem en la Planta de Cosecha, ITCR CTLSC, 2019.

Al respecto, Grandin (1998) establece, en relación con el uso del chuzo eléctrico, tres indicadores que permiten valorar, en términos del bienestar animal, si se está haciendo un uso inadecuado de este mecanismo. Grandin (1998), determina como excelente, cuando el chuzo eléctrico se emplea en un 5% o menos, aceptable cuando se emplea en el 25% o menos y problema serio cuando se emplea el 50% o más, esto en todos los bovinos que se valoren en una planta de cosecha.

Desde esta perspectiva en la medición realizada en la Planta de Cosecha ITCR CTLSC, se determina que se presentó un problema serio, considerando los valores porcentuales obtenidos (77,8%). Gallo *et al.* (2008) se obtuvo que el 92,9% de los trabajadores hicieron uso del chuzo eléctrico como mecanismo de movilización. El uso excesivo e inadecuado del chuzo eléctrico, según se mostró en dicha investigación, generó afectación en el estado de bienestar del animal.

Según un estudio de Romero *et al.* (2011) realizado en Colombia, en el que se obtuvo un valor porcentual del 46,8% en términos del uso chuzo eléctrico, y demostró que el uso continuo del chuzo eléctrico aumentaba la reactividad, generaba estrés y dolor en el animal. Igualmente, la investigación realizada Warner *et al.* (2007) determinó que el uso excesivo de chuzo eléctrico genera altos niveles de estrés en los bovinos lo que a su vez repercute en la calidad de la carne que se obtendrá del animal.

4.2.2 Distribución promedio de resbalones de bovinos ante-mortem

Un 82,0% del total de los animales se resbala al menos una o más veces, mientras que el restante 18,0% no se resbaló. Para esta variable, se encontraron diferencias significativas por procedencia, (X^2 , $p = 0,0003$), con un porcentaje significativamente más alto (93%) de resbalones en animales provenientes de subasta contra los de finca (76%) (Figura 12)

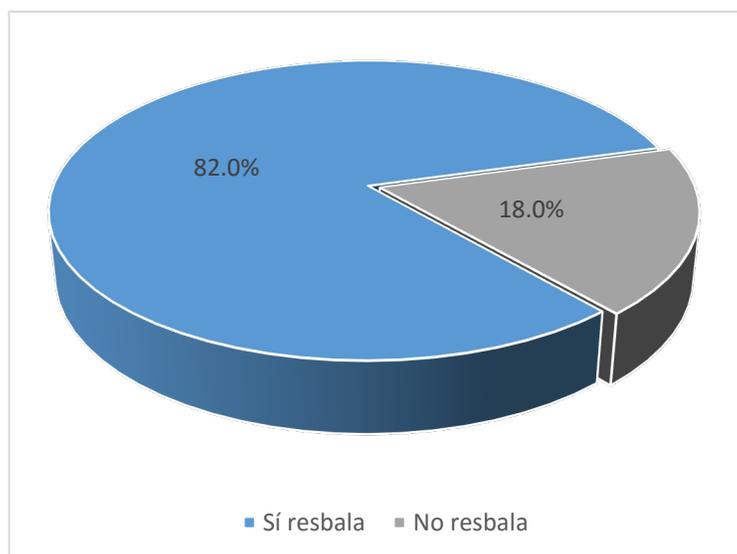


Figura 12. Distribución porcentual en la frecuencia de resbalones en bovinos antemortem en la Planta de Cosecha, ITCR CTLSC, 2019.

Los animales durante el proceso de traslado y venta en subastas están expuestos a una serie de maltratos como lo son los tropiezos, los golpes, las caídas, las peleas, o el mal manejo por parte del personal. Lo anterior, produce debilidad, daños en la piel, músculos e incluso penalizaciones cuando se realiza la inspección de las canales (Pérez *et al.* 2006). Por sexo y raza, se encontraron diferencias no significativas para esta variable (X^2 , $p = 0,9836$ y $p = 0,2089$, respectivamente).

De acuerdo con Grandin (2002) el bienestar animal y el manejo tranquilo y silencioso en una planta de matanza, se vuelve casi imposible cuando los animales se resbalan o caen al piso. Por ello, todas las áreas por donde se movilizan los animales deben de contar con las condiciones necesarias, y en su defecto, de no cumplirse, se deben tomar las medidas y corregir el problema.

Considerando los indicadores que establece Grandin (2002), los valores obtenidos en la Planta de Cosecha, ITCR CTLSC, reflejaron un problema serio en cuanto al manejo y bienestar animal, ya que se supero en un 79%, el porcentaje de resbalones considerado como aceptable (3%).

Grandin (1998) indica que una señal de que las condiciones físicas del piso no son seguras, son las eyecciones, pues los resbalones intranquilizan al ganado y este defeca y orina. De manera que las condiciones del piso óptimas deben permitir la absorción de heces y la orina, lo que reduce las posibilidades de que los animales resbalen. Por ello, esta autora recomienda el uso de superficies antideslizantes, que no utilicen la paja o el aserrín debido a que se acumula más calor.

4.2.3 Distribución promedio de lesiones ante mortem en bovinos

Según los datos, el 89,6% de los bovinos se mantuvieron ilesos sin lesiones, en el trayecto previo al cajón de aturdido, mientras que el 10,3% si presentó una o más lesiones (Figura 13).

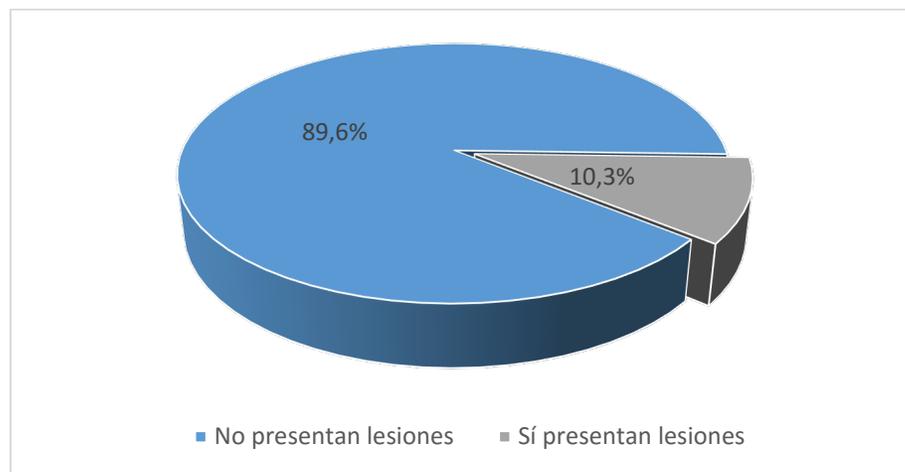


Figura 13. Distribución porcentual de lesiones en bovinos en la Planta de Cosecha, ITCR CTLSC, 2019.

En la Planta de Cosecha se presentó un problema de importancia, ya que el indicador determina como aceptable que únicamente el 1% de los animales presente lesiones (OIRSA 2016).

Las lesiones sufridas por los bovinos están determinadas por factores relacionados con el manejo, características de la planta, así como los factores propios del animal. Se debe considerar que las características físicas del espacio en el que se encuentre el bovino, junto con aspectos de comportamiento animal, sexo, edad, musculatura, grasa, encastamiento y cornamenta, influyen en los porcentajes encontrados (Arévalo *et al.* (2012).

Grandin (1998) plantea que aspectos como pisos resbalosos, ruidos de aire a presión, deficiente capacitación de los operarios que manejan el ganado, entre otros, son factores que deben considerarse para evitar en la medida de lo posible que los animales sufran lesiones.

Para Broom (2006) aspectos como el comportamiento hacia el animal, la falta de experiencia del personal, la planificación de los viajes, las leyes, la genética, las condiciones de crianza y experiencia; la mezcla de animales; los procedimientos de carga y manejo y el método de conducir, entre otros, afectan el bienestar animal antes, durante y después del transporte.

Esto coincide con Gallo y Tadich (2008) quienes establecen que el manejo previo al faenamiento tiene mucha importancia en la presencia de lesiones en los bovinos, razón por la cual, desde la perspectiva de los autores, toda acción de mejora no solo incluye los aspectos ambientales, sino que además la capacitación en términos de buenas prácticas de bienestar animal.

En relación con la distribución porcentual de lesiones en bovinos, según procedencia y raza en la Planta de Cosecha se encontraron diferencias no significativas entre las razas para los animales provenientes de fincas (χ^2 , $p = 0,4312$) o de subastas (χ^2 , $p = 0,8239$) (Cuadro 6).

Cuadro 6. Distribución porcentual de lesiones según procedencia evaluados en la Planta de Cosecha, ITCR CTLSC, 2019.

Procedencia	Estado	B. indicus	B. i. x B. t.	B. taurus	Total
Finca	Con lesiones	89	83	93	89
	Sin lesiones	11	17	7	11
Subasta	Con lesiones	93	90	88	92
	Sin lesiones	7	10	12	8
Toda la muestra	Con lesiones	90	86	92	90
	Sin lesiones	10	14	8	10

Es de importancia considerar que los bovinos provenientes de finca pasaron por condiciones ambientales muy diferentes a los que pasaron por subasta, por lo que, aunado con las características de temperamento propias de la raza, más condiciones ambientales y de manejo en las plantas de cosecha, están estrechamente relacionadas con la presencia de lesiones. Sobre esto, numerosos autores establecen que aspectos genéticos propios de la raza y su relación con los factores ambientales influyen en el tipo de conductas que pueden presentar los bovinos en los distintos ambientes en los que se encuentre. De acuerdo con el Departamento de Industrias Primarias (2020) de Nuevo Gales del Sur (Australia), los animales *Bos indicus* se caracterizan por ser más temperamentales y defensivos, en comparación con los *Bos taurus*. Por lo tanto, estos bovinos reaccionan más ante los diferentes estímulos ambientales.

Lo anterior, coincide con la investigación desarrollada en Brasil por Piovezan *et al.* (2013) en la se analizó el temperamento de bovinos de las razas *Bos taurus* y *Bos indicus*, y se determinó que para el personal de las haciendas ganaderas resultó mucho más sencillo el manejo del ganado de la raza *Bos taurus*, en comparación con el de la raza *Bos indicus*.

Estos aspectos, junto con las condiciones físicas de las plantas de faenamamiento y la capacitación de los operarios, que han indicado autores como Grandin (1998), Broom (2006), Gallo y Tadich (2008) son factores que influyen en surgimiento de las lesiones en los bovinos. Es por ello, que Lensink *et al.* (2001)

plantean que un trato positivo hacia los animales, por parte de las personas, da como resultado una menor respuesta de miedo, menor esfuerzo para cargar a los animales en el camión, menor pulso cardiaco durante la carga y descarga y menores incidentes en la planta de cosecha.

4.2.4 Distribución promedio de eyecciones en bovinos

Del total de los animales muestreados el 44,5% animales se mantuvieron sin eyecciones, mientras que el 55,5% presentó eyecciones durante el proceso antemortem (Figura 14).

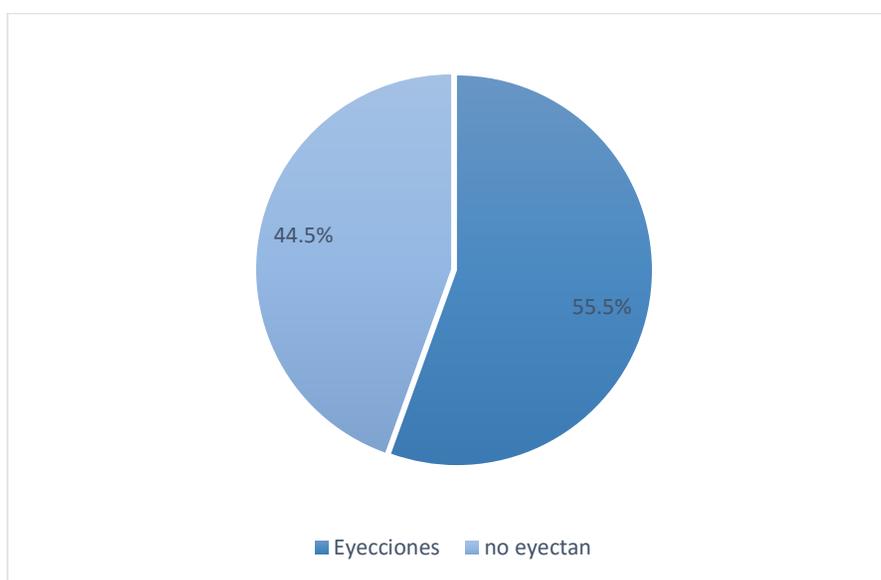


Figura 14. Distribución porcentual de eyecciones en bovinos en la Planta de Cosecha, ITCR CTLSC, 2019.

En relación con la procedencia del animal, se encontraron diferencias no significativas (X^2 , $p = 0,0600$) entre el porcentaje de animales con eyecciones que provienen de fincas (45,9%) y aquellos de subasta (56,9%) (Cuadro 7).

Los resultados encontrados en las pruebas X^2 ejecutadas para esta variable, sugieren diferencias no significativas para un nivel de confianza del 90%, para la raza (X^2 , $p = 0,0846$) con menor porcentaje de animales con eyecciones en la raza *B. indicus* (45,6%) y mayor en el cruce *Bos indicus. x Bos taurus* (59,1%).

En relación con el sexo del animal, las hembras registraron menor porcentaje de eyecciones (42,3%) frente a los machos (57,7%), con diferencias altamente significativas (X^2 , $p < 0,0001$). Zavy *et al* (1992) en su estudio hallaron que los cruces *Bos indicus x Bos taurus* tenían niveles de cortisol (hormona del estrés) más altos, durante la inmovilización en la manga de compresión, que *los Bos taurus*. La genética indica aumentaba los niveles de cortisol, y los mayores niveles correspondieron a las cruces *Bos indicus. x Bos taurus*.

Así mismo otro estudio realizado por Lanier *et al* (2000) en seis subastas diferentes de ganado comercial también obtuvieron en sus resultados que los toros y novillos defecaron en la pista de ventas más frecuentemente que las hembras ($P < 0,01$; $n= 1.635$).

Cuadro 7. Distribución porcentual de eyecciones según procedencia evaluados en la Planta de Cosecha, ITCR CTLSC, 2019.

Procedencia	Sexo	Eyecciones	<i>B. indicus</i>	<i>B. i. x B. t.</i>	<i>B. taurus</i>	Total
Finca	Hembra	No eyectan	3,8	8,6	3,6	4,6
		Sí eyectan	7,1	28,6	28,6	13,2
		Subtotal	10,9	37,1	32,1	17,8
	Macho	No eyectan	54,5	34,3	39,3	49,3
		Sí eyectan	34,6	28,6	28,6	32,9
		Subtotal	89,1	62,9	67,9	82,2
Subasta	Hembra	No eyectan	10,0	25,8	12,5	14,7
		Sí eyectan	30,0	54,8	25,0	36,7
		Subtotal	40,0	80,6	37,5	51,4
	Macho	No eyectan	35,7	12,9	25,0	28,4
		Sí eyectan	24,3	6,5	37,5	20,2
		Subtotal	60,0	19,4	62,5	48,6

Los niveles de urea en los bovinos se incrementan como respuesta al estrés, ya que se aumenta el catabolismo proteico y los grupos amino desechados son transformados en urea por el hepatocito para ser eliminados posteriormente por filtración glomerular y excretados por medio de la orina. En los machos la hormona testosterona que se produce por las células intersticiales de Leydig de los animales adultos, bajo la influencia de la LH de la hipófisis anterior y es la responsable de los

comportamientos típicos del macho como el de su temperamento y que estos sean mas dominantes que las hembras ademas estas son más dóciles debido a que la mayoría son vacas de descarte en lecherías por lo que están mas acostumbradas al manejo del hombre (Peñuela *et al* 2000).

Grandin (2000) menciona que que hay una diferencia en la crianza de los animales para carne y los lecheros por lo que los de carne pueden mostrarse mas agresivos y que es posible que perciban a los humanos como rivales sexuales.

Desde esta perspectiva, resulta importante valorar algunos aspectos característicos de la razas vinculados con su temperamento. Al respecto, Hearnshaw *et al.* (1979) determinaron que el temperamento de los bovinos de la raza *Bos taurus* es significativamente menos fuerte que los de la raza *Bos indicus*. Asimismo, Hearnshaw y Morris (1994) encontraron diferencias significativas de temperamento entre los bovinos de la raza *Bos indicus* y *Bos taurus*, determinando que el temperamento de los últimos es menos marcado que el de los *Bos indicus*. Igualmente, Barrozo *et al.* (2012) evaluaron el puntaje de temperamento del ganado *Bos indicus* y reportaron valores más altos comparados con los valores de ganado *Bos taurus*.

El Departamento de Industrias Primarias de Nuevo Gales del Sur en Australia (2020), menciona que los animales de la raza *Bos indicus* presentan conductas tales como instinto a escapar, nerviosismo por entornos nuevos y ruidos extraños. Así como por tener un comportamiento más dominante y defensivo, por lo que presenta mayor cantidad de reacciones ante los estímulos ambientales.

Con base en lo anterior, se determinó que el comportamiento de los bovinos puede verse influido, en mayor medida, por factores ambientales, que facilitan la presencia de mayores porcentajes de eyecciones. Sobre este aspecto, Grandin (2000) menciona que el ganado de granja muestra mayores reacciones psicológicas de estrés en la planta de faenamiento, debido a los nuevos estímulos que se le presentan.

Warris (1990) plantea que, el primer factor que desencadena conductas que reflejan estrés en los bovinos que son llevados a una planta de faenamiento, es el cambio en las condiciones ambientales que se sufre desde la salida de la granja o finca en la que se encuentra hasta llegar al lugar de faenamiento.

4.2.5 Distribución promedio de bovinos aturdidos

De acuerdo con Grandin (2020) el objetivo de utilizar una pistola aturdirora con perno cautivo es dejar inconsciente al animal instantemente sin generarle dolor.

Grandin (2002), considerando los aspectos previamente indicados, estableció indicadores para el uso de esta herramienta con la siguiente escala de medición:

- Excelente: 99 a 100% queda instantáneamente insensible con un disparo.
- Aceptable: 95 a 98% queda instantáneamente insensible con un disparo.
- No aceptable: 90 a 94% queda instantáneamente insensible con un disparo.
- Problema serio: menos del 90% queda instantáneamente insensible con un disparo.

En el proceso de aturdido empleando el mecanismo del perno cautivo en bovinos, el 60,6% fue aturdido al primer golpe y el 30,2% resultó aturdido con dos o más golpes. Aunado a lo anterior, el 9,1% de los bovinos fueron sacrificados utilizando el método de bala (Figura 15).

Desde esta perspectiva, considerando los indicadores establecidos por Grandin (2002), en la Planta de Cosecha, se presentó un problema serio, pues menos del 90% de los bovinos sometidos al proceso de aturdido por medio del perno cautivo queda instantáneamente insensible con un disparo. Sobre este aspecto, Grandin (2002), señala que si la eficacia en el primer tiro está por debajo del 95% se deben tomar medidas de corrección inmediatas.

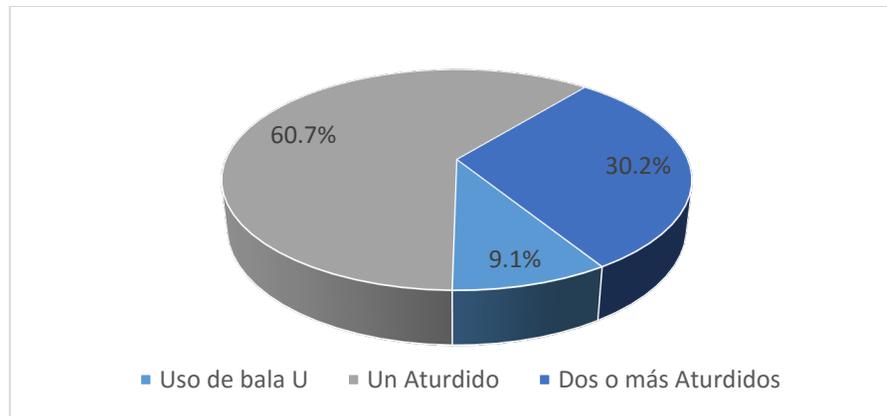


Figura 15. Distribución porcentual de bovinos aturridos en la Planta de Cosecha, ITCR CTLSC, 2019

Gregory (2008) hace referencia al estudio desarrollado por Grandin (2006) quien comparó los resultados de tres mediciones realizadas en tres años diferentes, en plantas de cosecha en los Estados Unidos. En la medición realizada en el año 1993 el ganado aturdido con el primer disparo fue de un 89,5%. En el año 1999 fue de un 96,2 y en el año 2003 un valor porcentual del 98,6.

Un estudio realizado por Gallo y Cartes (2000), quienes analizaron tres mataderos chilenos, determinaron que en promedio menos del 85% de los bovinos caía al primer disparo de la pistola de proyectil retenido penetrante y que del 20,04% al 82,5% mostraron signos de un aturdido mal realizado, aspecto que de acuerdo con los indicadores de Grandin (2002), previamente mencionados se consideran como inaceptables. Estos resultados encontrados por Gallo y Cartes (2000), se relacionan en mayor medida con los obtenidos en este estudio. En dicha valoración con respecto a la efectividad en el aturdido por medio del perno cautivo, se determina que solamente 72,8% de los bovinos cae con el primer disparo.

Con las medidas de mejora implementadas por estos autores, a saber, la capacitación del personal, el sistema de fijación para la cabeza del bovino y la compra de compresor específico para el aire de la pistola, se logró modificar el valor porcentual previamente indicado y se alcanzó el 97,8% de efectividad en el empleo del perno cautivo; porcentaje que se considera como aceptable en términos de los indicadores.

Asimismo, la investigación realizada por Muñoz *et al.* (2012) en Chile, muestra que, en el proceso de insensibilización empleado en 200 bovinos con el método del perno cautivo, solo el 86,7% de animales cae al primer disparo, aspecto que en términos de los indicadores establecidos por Grandin (2002) está lejos de ser un resultado aceptable.

Al relacionar las variables de dos o más aturridos y uso de bala U, los bovinos de la raza *Bos indicus* presentaron los mayores valores porcentuales, 32,7% y 11,5% respectivamente, en comparación con los bovinos de la raza *Bos taurus* y los de cruzamiento *Bos indicus x Bos Taurus* (Figura 16). Respecto a la variable de un aturrido, destaca que los animales de la raza *Bos indicus* presentaron el porcentaje más bajo en comparación con los bovinos de la raza *Bos taurus* y del cruzamiento *Bos indicus x Bos taurus*.

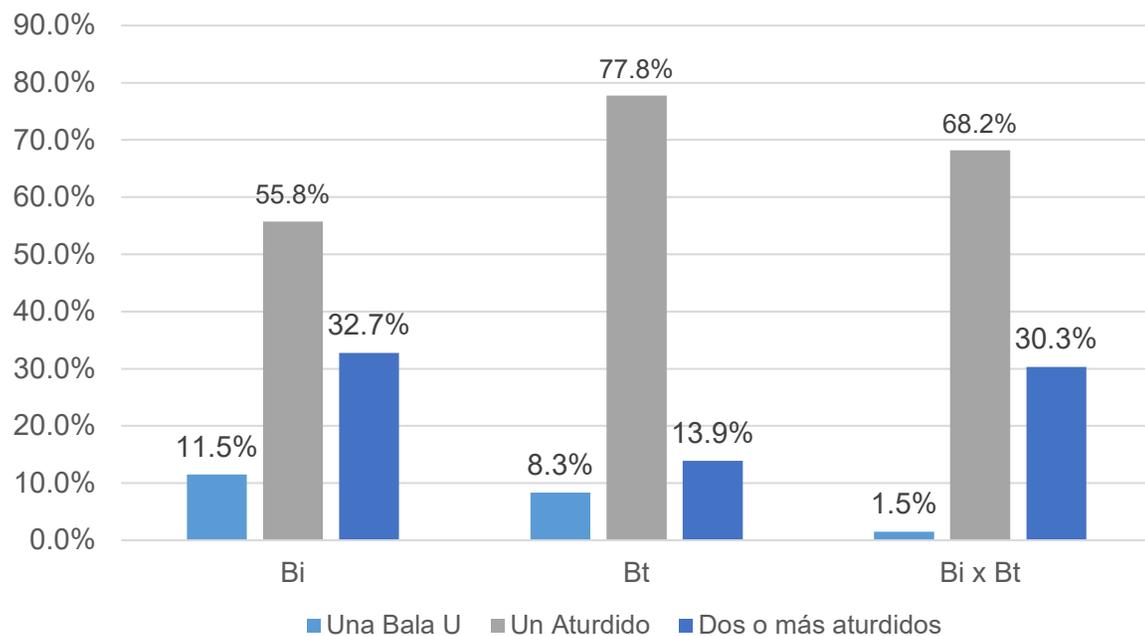


Figura 16. Distribución porcentual de bovinos insensibilizados con un aturrido, dos o más aturridos y sacrificados según raza en la en la Planta de Cosecha, ITCR CTLSC, 2019

En comparación con otras investigaciones, los resultados obtenidos en este estudio presentaron datos que llaman la atención con respecto a la efectividad del uso del perno cautivo como método de aturdimiento, considerando las razas de

bovinos analizados. Pues los animales de la raza *Bos indicus* presentaron, en términos generales, mayores de dificultades para ser aturdidos y mayores valores porcentuales con respecto al sacrificio por medio de la bala u.

El estudio de Wagner *et al.* (2017) muestra que los animales de la raza *Bos taurus* tienen características morfológicas en la longitud de la cabeza y la longitud de la órbita de la nariz que son valoradas en los procesos de aturrido, pues pueden presentarse dificultades en este proceso. Cabe considerar el planteamiento que realiza Sisson y Grossman (1986), quienes plantean que, en los procesos de aturrido, es importante considerar el punto de vista anatómico del animal, pues el grosor del cráneo puede hacer que se requiera un mayor número de disparos.

Otro estudio en el que se analizan las características morfológicas de los bovinos de la raza *Bos taurus* y la relación con la efectividad en el uso de perno cautivo, es el realizado por Kline *et al.* (2019), quienes muestran que las características craneales de los bovinos de esta raza provocan en algunos de los casos objeto de estudio, que fuera necesario utilizar en más de una oportunidad el perno cautivo.

Cabe desde esta perspectiva, considerando que los bovinos de la raza *Bos indicus* fueron los que presentaron menores valores porcentuales en términos de la insensibilización con un aturrido, y a su vez los que presentaron mayores valores porcentuales con respecto al uso de dos aturdidos o de bala u, que pueda existir una relación entre elementos ambientales y comportamentales en el bovino, que dificultaran la insensibilización por medio del perno cautivo. Sobre este aspecto Muñoz *et al.* (2009) plantean que el uso excesivo del chuzo eléctrico, así como elementos propios del traslado y el manejo en las plantas de faena, generan excitación en el animal y por consiguiente una mayor dificultad para lograr un disparo certero.

Peñuela *et al.* (2012) quienes indican, en relación con el estado de las herramientas, que el número de disparos requeridos para inducir el colapso en el bovino puede ser variable, debido a causas ocasionadas por el animal, el operario,

la pistola o el cajón. Por lo que, el comportamiento del bovino específicamente de la raza *Bos indicus*, podría relacionarse con la efectividad de este método.

4.2.6 Vocalizaciones de bovinos aturdidos

Del total el 98,8% de los animales se mantuvieron sin vocalizar después de haber sido aturdidos, mientras que el 1,2% presentó vocalizaciones. Al respecto, en la Planta de Cosecha ITCR CTLS (Figura 17), se cumple con indicador establecido por Grandin (2000) para el porcentaje máximo 3% aceptado con respecto a las vocalizaciones.

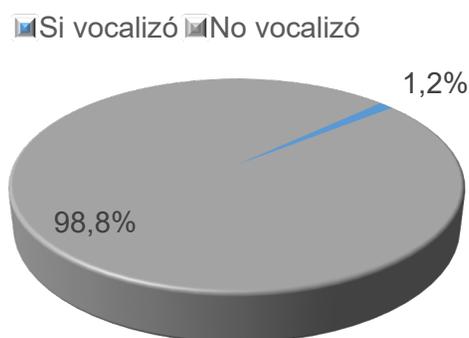


Figura 16. Distribución porcentual de bovinos que presentaron vocalizaciones después del proceso de aturdimiento en la Planta de Cosecha, ITCR CTLSC, 2019

Estos resultados son positivos, considerando que en investigaciones desarrolladas en países sudamericanos y en los Estados Unidos, los porcentajes de bovinos que vocalizan son mayores al 12% en comparación con los obtenidos en esta planta. La investigación desarrollada por Gallo *et al.* (2003) muestran que el 46,9% de los bovinos vocalizaron después del proceso de aturdimiento, estos valores porcentuales están claramente lejos de lo aceptable en términos del indicador establecido por Grandin (2000). Gallo y Cartes (2000) determinan, al analizar los signos más frecuentemente encontrados en plantas faenadoras, que el 45% de los bovinos vocalizaba. Pérez Linares *et al.* (2015) en un estudio realizado en plantas frenadoras en México, determinan que la frecuencia de bovinos fue de 12,3% y un 31,3%.

Gregory (2008) hace referencia al estudio desarrollado por Grandin (2006) quien compara los resultados de tres mediciones realizadas en los años de 1993, 1999 y 2003, en plantas de cosecha en los Estados Unidos. En la medición realizada en el año 1993, el porcentaje de vocalizaciones presentadas por los bovinos de las plantas evaluadas fue de un 8%, lo que equivale al 5% por encima del indicador. La implementación de los indicadores en el proceso permitió que en el año 1999 se obtuviera una medición del 2,4% y en el año 2003 un valor porcentual del 2.0%

Resultados con porcentajes similares a los determinados en este trabajo, se evidencian en las investigaciones desarrolladas por Concha (2010) con un 0,3% y por Grandin (2005) con un 3,08% de vocalizaciones.

4.2.7 Reacciones en las extremidades de los bovinos post aturdido en la Planta de Cosecha, ITCR CTLSC

En la Figura 18, puede observarse que el 90,2% de los bovinos se mantuvieron sin reacción de miembros anteriores y posteriores, mientras que el 9,7% presentó reacción.

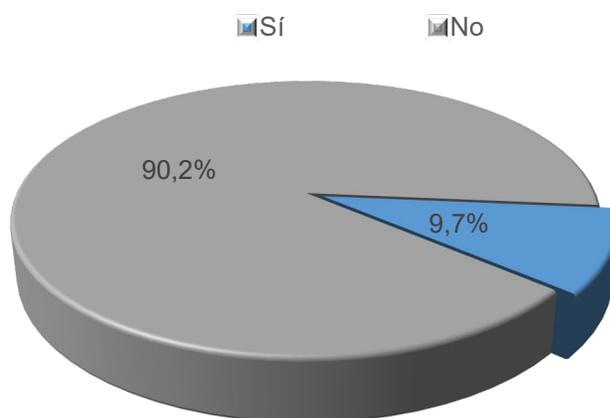


Figura 18. Distribución porcentual de bovinos que presentaron reacciones en miembros anteriores y posteriores en la Planta de Cosecha, ITCR CTLSC, 2019.

Al respecto Martin *et al.* (2018) observaron que los bovinos, posterior al uso del perno cautivo como método de insensibilización, presentaron reacciones en los miembros anteriores y posteriores.

En los cuartos posterior pateaban en un rango de cero a 25 veces mientras que en los cuartos delanteros de cero a ocho veces. Sobre este aspecto Grandin (2017) ha determinado, en relación con los signos de que un animal ha sido aturdido adecuadamente, la presencia de patadas descoordinadas y que no haya por parte del animal intento de reincorporación.

De acuerdo con Humane Slaughter Association (2006) para determinar que se ha realizado un proceso de aturdimiento efectivo se debe observar que el animal colapse, no presente respiración rítmica, no presente contacto visual y expresión en los ojos, no presente reflejo corneal, presente la mandíbula relajada y la lengua fuera de la boca.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2001), menciona que el animal debe desplomarse inmediatamente, la respiración regular debe detenerse, no debe haber ningún reflejo de la córnea ni de parpadeo al tocar el ojo, generalmente estando el animal colgado en el riel de desangrado es normal tener reflejos de patadas en un animal bien aturdido. Aunque el animal tenga reflejos de patear, su cabeza debe descolgarse como la de un muñeco de trapo, si intenta levantar la cabeza significa que todavía puede estar sensible, el jadeo es permisible, ya que es un signo de un cerebro moribundo. Si la lengua se descuelga directamente hacia abajo, flácida y suelta, el animal definitivamente está aturdido si está enroscada, es un signo de posible sensibilidad (FAO 2001)

4.2.8 Tiempo promedio entre el aturdido y degollado

Según Humane Slaughter Association (2006) el intervalo entre el disparo y el desangrado no debe sobrepasar un máximo de 60 segundos en bovinos cuando se utiliza el perno cautivo penetrante.

En cuanto a la distribución del promedio de tiempo entre aturdido y degollado en la planta de cosecha los resultados sugieren que el tiempo promedio de degollado aumenta si los animales provienen de finca (MLMix, $p < 0,0001$), si son de la raza *B. indicus* (MLMix, $p 0,0114$) y si son machos (MLMix, $p < 0,0001$) (Cuadro 8). Esto se puede deber a que los temperamentos de estas dos líneas raciales son muy diferentes por lo que pudo influir tanto en el tema de reacciones. El animal de la línea *Bos indicus* es nervioso, activo o vivaz en comparación con el *Bos taurus* que es tranquilo o apático (León y Flórez 2015).

En el 96,6% de los casos, el tiempo transcurrido entre el aturdido y el degollado fue de 2 (120 segundos) a 5 minutos (300 segundos), siendo el intervalo de 2 minutos (120 segundos) a 3 minutos (180 segundos) el que presentó un mayor valor porcentual (51,7%). Solamente en el 3,4% de los bovinos, el intervalo fue de 61 a 120 segundos (Figura 19). Considerando que el indicador determinado por Humane Slaughter Association (2006) establece que el tiempo transcurrido entre el aturdido y el degollado no debe superar los 60 s, se evidencia que, en la Planta, se presenta un problema serio, ya que se supera el indicador.

Cuadro 8. Distribución del promedio de tiempo (min) entre aturdido y degollado según la procedencia evaluados en la Planta de Cosecha, ITCR CTLSC, 2019.

Procedencia	Raza	Hembras		Machos	
		n	Promedio	N	Promedio
Finca	<i>B. indicus</i>	17	3,0 ± 0,2 ab	138	3,2 ± 0,1 a
	<i>B. i x B. t</i>	13	2,7 ± 0,2 ab	22	3,0 ± 0,2 ab
	<i>B. taurus</i>	9	2,7 ± 0,3 ab	19	2,9 ± 0,2 ab
	Sub-total	39	2,8 ± 0,2	179	3,0 ± 0,1
Subasta	<i>B. indicus</i>	28	2,5 ± 0,1 b	42	2,9 ± 0,1 ab
	<i>B. i x B. t</i>	25	2,5 ± 0,1 b	6	3,0 ± 0,3 ab
	<i>B. taurus</i>	3	2,8 ± 0,6 ab	5	2,3 ± 0,1 b
	Sub-total	56	2,6 ± 0,3	53	2,7 ± 0,2
Total		95	2,7 ± 0,3	232	2,9 ± 0,2

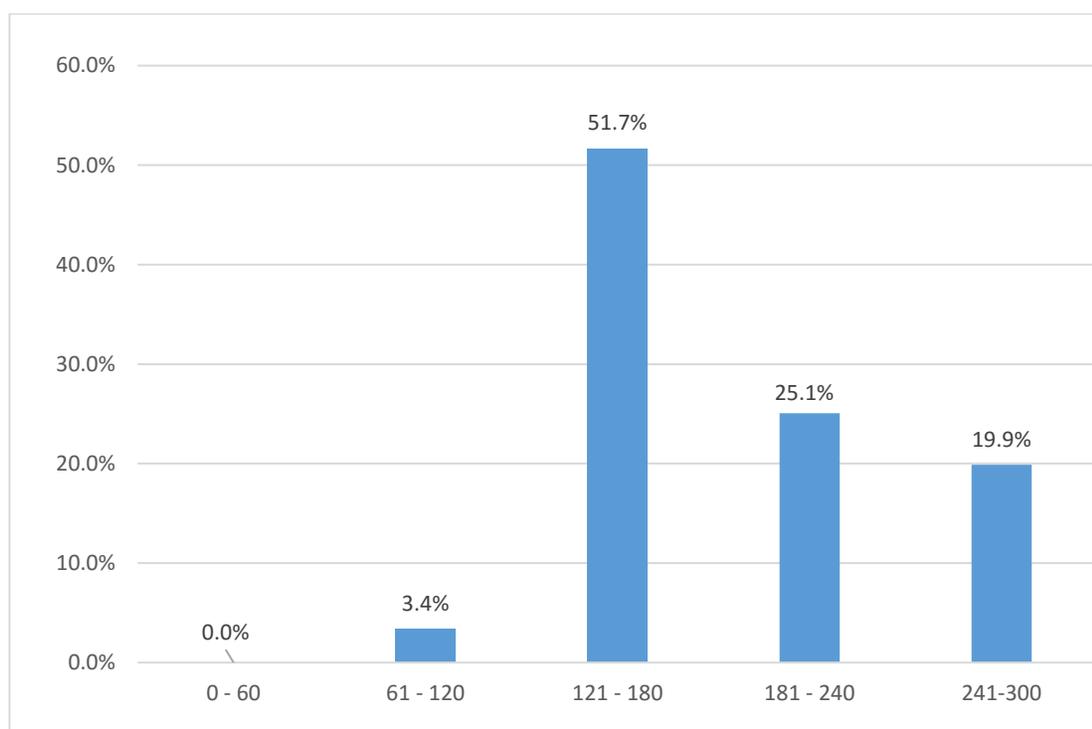


Figura 19. Distribución porcentual de tiempo (s) transcurrido entre el aturrido y degollado de bovinos en la Planta de Cosecha, ITCR CTLSC, 2019.

En esta misma perspectiva, el estudio desarrollado por Bohórquez y Theran (2016), presenta valores porcentuales similares a los observados en la presente investigación. Estos establecen que el intervalo entre la insensibilización y el degollado sobrepasa los 60 segundos establecidos en el indicador, en el 96,1% de los casos observados.

Otros estudios, como los desarrollados por Concha (2010) y Gallo *et al.* (2003) observan en las plantas de sacrificio valoradas que el 81,4% y el 80%, respectivamente, el intervalo entre aturrido y degollado es superior a los 60 segundos. Gallo *et al.* (2003) realizaron un seguimiento a los procesos de la planta analizada y con procesos de capacitación e implementación de buenas prácticas, lograron el intervalo se redujera, dando como resultado que en el 70,8% de los casos se cumpliera con el indicador.

Una investigación en la que se observan mejores valores porcentuales se muestra en la investigación de Cáraves *et al.* (2006), en la que se analizaron 6 plantas de sacrificio y se observó un intervalo entre el aturdimiento y el desangrado mayor a los 60 segundos en el 38,8% de los animales.

Sobre estos aspectos tanto la perspectiva de Grandin (1998) como la de Gallo *et al.* (2000) es contundente al establecer que cuando el tiempo entre la insensibilización y el degollado es superior a un minuto, se corre el riesgo de que el animal recupere la conciencia y por ende sienta dolor en el proceso de desangrado. A tenor de lo anterior, Pérez-Linares *et al.* (2015), indican que, si se realiza un adecuado y oportuno programa de mantenimiento preventivo del equipo, el establecimiento de un programa de capacitación del personal y mejoras en la supervisión se podrá cumplir con los indicadores de bienestar animal, lo que se verá reflejado en una mejora de la calidad del manejo de los bovinos y en la interacción humano animal en la planta de proceso.

4.3 Evaluación de la temperatura ambiental y su relación con el bienestar animal

4.3.1 Temperaturas promedio ante mortem en la Planta de Cosecha, ITCR CTLSC, 2019

La Figura 20 se presenta la distribución promedio de la temperatura ambiental de los corrales de la de la Planta de Cosecha. En los corrales, en el intervalo de medición de la temperatura, los rangos desde las 6:30 a.m. hasta las 12:30 p.m., oscilaron entre los 25° hasta los 28,50°.

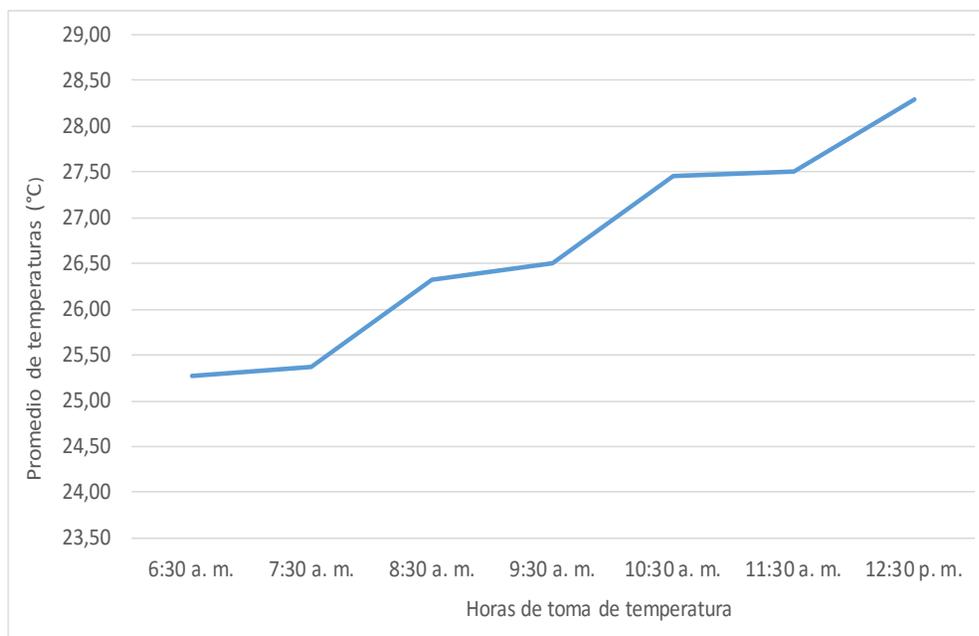


Figura 20. Temperatura promedio en los corrales ante mortem de la Planta de Cosecha, ITCR CTLSC, 2019

Al respecto, de acuerdo Peña-Espinoza *et al.* (2016) existen diferencias significativas entre las reacciones de los bovinos de la raza *Bos indicus* y de la raza *Bos taurus*. Según dichos autores los bovinos incrementan la frecuencia respiratoria, ventilación pulmonar y la vaporización respiratoria cuando hay un aumento en la temperatura, sin embargo, cuando la temperatura alcanza los 26,7° C en los *Bos taurus* y 35°C en los *Bos indicus*, dicho mecanismo de termorregulación corporal no funciona y se imposibilita la disipación del calor.

Considerando estos aspectos, se observa que, los bovinos que pudieron enfrentarse a temperaturas que le generaron discomfort durante su estancia en los corrales de la Planta de Cosecha del Campus del Instituto Tecnológico, Local San Carlos, fueron los bovinos de la raza *Bos taurus*. En este sentido Peña-Espinoza *et al.* (2016) plantean que los bovinos de la raza *Bos indicus* en el proceso evolutivo han adquirido genes que facilitan la termotolerancia a climas calientes, contrario a lo que ocurre con los bovinos de la raza *Bos Taurus*, pues son originarios de zona templadas.

Esto coincide con la perspectiva de Brody (1956) quien observó que los bovinos de la raza *Bos indicus* presentan una mayor tolerancia al calor debido a condiciones genéticas manifestadas en una menor producción de calor, mayor área de superficie por unidad de peso, cabello más corto y otros mecanismos de regulación de la temperatura corporal que no son visibles. Asimismo, este autor indica que el ganado europeo (*Bos taurus*) es tolerante al frío y no requiere de protección ante dichas condiciones climatológicas, mientras que cuando está en condiciones ambientales de climas cálidos si requiere de medidas de protección para evitar el colapso.

5. CONCLUSIONES

- De la muestra evaluada en la planta de cosecha del ITCR-CTLSC se determinó que del total de bovinos (*Bos indicus*, *Bos taurus* y *Bos indicus x Bos taurus*) ingresan un 71% de machos y 29% de hembras y su origen es de un 66,8% de finca y 33,2% de subasta.
- Para la variable de utilización de chuzo eléctrico, este se utilizó al menos una o más veces en el 77.8% de los bovinos, siendo este un problema serio considerando que el indicador establecido considerado como aceptable es de un 5%.
- El 82,0% de los animales se resbaló al menos una o más veces, siendo este porcentaje muy superior al indicador considerado como aceptable según Grandin (2002) del 3%.
- Se encontraron diferencias significativas entre los resbalones y la procedencia de los animales, obteniendo un incremento cuando los animales son procedentes de la subasta.
- En relación con la variable bovinos con lesiones visibles, el 10,3% presentó una o más lesiones, superando el indicador (Grandin 2002) que establece como aceptable que este porcentaje sea menor o igual al 1%.
- El 55,5% de los animales eyectaron durante su movilización por la manga hasta el cajón de aturdido. Se encontró una asociación (estadísticamente significativa) entre las eyecciones en el caso de la hembras.
- En cuanto al aturdido, el 60.6% de los animales del estudio se aturdieron con un impacto, el 30,2% con más de uno y el 9.1% con el uso de la bala. El indicador establece que la eficacia en el primer tiro debe de ser igual o superior al 95%.
- Posterior al aturdido, solo el 1,2% de los animales vocalizaron, esto cumple con el indicador establecido como aceptable para esta variable que indica que debería de ser menor al 3%.

- De los animales del estudio, el 100% de los mismos sobrepasó el indicador aceptable o recomendado entre el tiempo que debe de transcurrir entre el momento del aturdido y el degollado.
- El 9.7 % de los animales mostraron movimientos en sus extremidades luego del aturdido.
- De acuerdo con la temperatura evaluada en los corrales de la planta de cosecha, se puede inferir que los animales *Bos taurus* son los que podrían estar fuera del rango óptimo de temperatura de confort al sobrepasar la temperatura de 26,7 °C.

6. RECOMENDACIONES

1. Establecer un programa de capacitación para el personal con base en los estándares e indicadores internacionales para los procesos de faenamiento animal bajo la perspectiva de bienestar animal.
2. Revisar las instalaciones continuamente, pisos, divisiones, techos, y similares, y de esta forma mejorar el manejo de los bovinos en la planta de cosecha.
3. Realizar una revisión de la metodología para el proceso de insensibilización y degollado asociado a la seguridad del personal, pues no se cumple con lo que establecen los indicadores como aceptable.
4. Establecer un programa de mantenimiento preventivo del equipo utilizado en el proceso insensibilización, a fin de que se asegure la insensibilización de los animales bovinos de forma correcta.
5. Realizar un estudio similar con alguna periodicidad en esta planta de cosecha así como auditorías para evaluar mejoras o no en el proceso.
6. Evaluar en un futuro proyecto de investigación mediante instrumentación el posible impacto del ruido ambiental en el bienestar animal.
7. Realizar un estudio a nivel de detección de “hormonas de alerta” que se asocien al estado de bienestar animal en el proceso ante mortem.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Alarcón Cáraves M., Gallo, A., Strappini, L., Aguayo, A., Barrientos, R Allende,., I Briones. 2006. Evaluación del bienestar animal de bovinos durante el manejo antemortem en seis plantas de faenado en Chile. Libro de resúmenes XXXI de la Sociedad Chilena de Producción Animal.
- Barrozo, M.E., Buzanskas, J.A., Oliveira, D.P., Munari, H.H.R. Neves, S.A. 2012 Queiroz Genetic parameters and environmental effects on temperament score and reproductive traits of Nelore cattle *Animal*, 6, pp. 36-40
- Bohorquez, W & Theran, T. (2016) Bienestar Animal en Bovinos durante la fase de faenado e incidencia del manejo pre sacrificio sobre características específicas de la canal en una planta de beneficio del Departamento de Sucre. Tesis para optar por el grado de Licenciatura de Zootecnia.
- Brody S. 1956. Climatic physiology of cattle. *J Dairy Sci*; 39:715-725.
- Broom, D. 2006, "Traceability of food and animals in relation to animal welfare. " *Annals of the 2nd International Conference on Agricultural Product Traceability*, . Brasilia: Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply. 195 – 201
- Broom, D. 2006. "The evolution of morality. " *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 100, 20-28.
- Broom, D. 2006. "Behaviour and welfare in relation to pathology." *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 97, 71-83.
- Burrow H & Dillon RD. 1997. Relationships between temperament and growth in a feedlot and commercial carcass traits of *Bos indicus* crossbreds. *Aust J Exp Agric.*; 37:407-411
- Burrow, H. 1997. Measurements of temperament and their relationships with performance traits of beef cattle: a review. *Animal Breeding Abstracts* 65, 7 (in press).
- Céspedes. A. 2019. Caracterización del Ganado y Canales Bovinas en la Planta de Cosecha del Tecnológico de Costa Rica, San Carlos, Costa Rica. 2017. Tesis para optar por el grado de Licenciatura en Agronomía.
- Cobo, C., Varón, L., Vélez, J. 2012 Indicadores conductuales de bienestar animal durante el presacrificio bovino. *Veterinaria y Zootecnia*. Vol 6 No.2, julio – diciembre 2012
- Concha RA. 2010. Evaluación de la eficacia en el uso de la pistola de proyectil retenido sin penetración de cráneo para insensibilizar ganado bovino en una planta faenadora de carne. Tesis, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Concha Vera, RA. 2010. Evaluación de la eficacia en el uso de la pistola de proyectil retenido sin penetración de cráneo para insensibilizar ganado bovino en una planta faenadora de carne. Tesis Lic. Valdivia, Chile, UACH. 38 p.

- CORFOGA (Corporación Ganadera). 2017 Historia de la ganadería en Costa Rica. San José, Costa Rica. 8 p
- CORFOGA. 2012. Estudio de Subastas Ganaderas de Costa Rica. Cadena de estudios de Comercialización. Corporación Ganadera.
- CORFOGA. 2017. Plan estratégico para el desarrollo de la agrocadena de la ganadería bovina de carne en la región Chorotega.
- CORFOGA. 2019. Informe Estadístico Anual 2019. Departamento de Investigación y Divulgación. San José. Costa Rica
- Del Campo Gigena, M. 2008. El Bienestar Animal y la Calidad de Carne de novillos en Uruguay con diferentes sistemas de terminación y manejo previo a la faena. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España pág. 44. [En línea] <http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/4326/tesisUPV2982.pdf?sequence=1> Consultado: septiembre, 2011.
- Deloya, A. 2006. Evaluación del sistema de tratamiento de aguas residuales del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Disponible http://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/2680
- Department of Primary Industries.2020. Handling *Bos indicus* cattle
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2018. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Ducca, E; Alfaro, O; Zumbado, C; Ramírez, R; François J. 2007. Caracterización y Plan de acción para el desarrollo de la agro cadena de Ganadería Bovino en la región Huetar Norte MAG, Cirad, Ruta Ciudad Quesada, Costa Rica.
- Dunn, C.S. 1990. *Veterinary Record*, 126:522-525.
- Duncan & Fraser 1997. *Animal Welfare* (Appleby & Hughes). CAB International, 19-31
- Espinoza, J., Ortega, R., Palacios, A., Guillén, A (2011) Tolerancia al calor y humedad atmosférica de diferentes grupos raciales de ganado bovino. *Rev.MVZ Córdoba* 16(1):2302-2309, 2011.
- FAO 2001. Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for Asia and the Pacific. Directrices para el Manejo, Transporte y Sacrificio Humanitario del Ganado. Oficial de Producción Animal, FAO, Oficina

Regional de Asia y el Pacífico (RAP), 39 Maliwan Mansion, Phara-Atit Road, Bangkok 10200, Tailandia.

- Farm Animal Welfare Council. 1993. Second Report on Priorities for Research and Development in Farm Animal Welfare. Londres: DEFRA.
- Fraser, D., Weary, E., Pajor, E. 1997. A scientific conception of animal welfare that reflects ethical concerns. *Anim. Welf.* 6:187–205.
- Gallo, C., Lizondo, G., Knowles, G. 2003. Effects of journey and lairage time on steers transported to slaughter in Chile. *Vet Rec*; 152:361-364.
- Gallo C, M Cartes. 2000. Insensibilización en bovinos: evaluación de la eficacia de la pistola de proyectil retenido en tres plantas de la Décima Región. XII Congreso de Medicina Veterinaria, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Gallo, C & CARTES, M. 2000. Insensibilización en bovinos: evaluación de la eficacia en el uso de la pistola de proyectil retenido en 3 plantas de la X Región. XI Congreso Nacional de Medicina Veterinaria, 25-27 octubre, Santiago, Chile.
- Gallo, C & Tadich, N. 2005. Transport of cattle for slaughter: effects on animal welfare and meat quality. *Agro-Ciencia*; 21:37-49.
- Gallo, C. 1994. Efecto del manejo pre y post faenamiento en la calidad de la carne. Serie Simposios y Compendios de la Sociedad Chilena de Producción Animal vol.2: 27-47. 9.
- Gallo, C. 2000. Alternativas para mejorar el manejo prefaena de bovinos: Transporte, Arreo y Noqueo. Universidad Austral de Chile, Casilla 567 Valdivia, Chile.
- Gallo, C. 2008. Transporte e bem-estar animal. *Cienc vet trop*; 11(suppl 1):70-79.
- Gallo, C. 2008. Using scientific evidence to inform public policy on the long distance transportation of animals in South America. *Vet Ital*; 44:113-120
- Gallo, C., X. CARMINE, J. CORREA, S. ERNST. 1995. Análisis del tiempo de transporte y espera, destare y rendimiento de la canal de bovinos transportados desde Osorno a Santiago. XX Reunión Anual SOCHIPA, Coquimbo, Chile. En: Resúmenes de la XX Reunión Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal:205-206.
- Gallo, C; Tadich, N. 2008. Bienestar animal y calidad de carne durante los manejos previos al faenamiento en bovinos REDVET. *Revista Electrónica de Veterinaria*, vol. IX, núm. 10B. Veterinaria Organización Málaga, España

- García, H. 2011. Definición de *bos taurus* y *bos indicus*. Ganadería del siglo XXI. Disponible en: <http://hdavidgarciam.blogspot.com/2011/04/definicion-de-bos-taurus-bos-indicus.html>
- Gasque, R & Posadas, E. 2001. Generalidades de la ganadería bovina diferencias entre Bovinos Cebú y Europeo. Razas de Ganado Bovino en México. Disponible en <https://generalidadesdelaganaderiabovina.blogspot.com/2012/09/diferencias-entre-bos-taurus-y-bos.html>
- Gasque, R ; E. Posadas. 2001. Generalidades de la ganadería bovina diferencias entre Bovinos Cebú y Europeo. Razas de Ganado Bovino en México. Disponible en <https://generalidadesdelaganaderiabovina.blogspot.com/2012/09/diferencias-entre-bos-taurus-y-bos.html>
- Gómez, C. 1997. Evaluación del estrés de sacrificio en bovinos mediante la determinación de indicadores indirectos de estrés en dos centros de matanza diferentes. Tesis Lic. Jalisco, México, Universidad de Guadalajara. 63 p.
- Grandin, T. 1994. Manejo y Procesado Del Ganado. Department of Animal Science. Colorado. USA Disponible <https://www.grandin.com/spanish/ganaderia94.html>
- 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. 1998. Buenas prácticas de manejo para el arreo e insensibilización de los animales. Informativo sobre carne y productos cárneos (Universidad Austral de Chile) N° 22: 124-136.
- Grandin, T. 1998. Objective scoring of animal handling and stunning practices in slaughter plants. Journal of Am. Vet. Med. Assoc. 212:36-39.
- Grandin, T. 2002. Return to sensibility problems after penetrating captive bolt stunning of cattle in commercial beef slaughter plants. Journal Am. Vet. Med. Assoc. 221: 1258-1261.
- Grandin, T. 2003. Transferring results of behavioral research to industry to improve animal welfare on the farm, ranch and the slaughter plant. Applied Animal Behavior Science, v.81, p.215-228.

- Grandin, T. 2005. Maintenance of good animal welfare standards in beef slaughter plants by use of auditing programs. *Journal Am. Vet. Med. Assoc.* 226:370-373.
- Grandin, T. 2010. Auditing animal welfare at slaughter plants. *Meat Science.* 86, 56-65.
- Grandin, T. 2017. How to Determine Insensibility (Unconsciousness) in Cattle, Pigs, and Sheep in Slaughter Plants.
- Grandin, T. 2019. NAMI Recommended Animal Handling Guidelines and Audit Guides. North American Meat Institute. Washington, D.C.
- Grandin, T. 2020. Recommended Captive Bolt Stunning Techniques for Cattle. Department of Animal Science, Colorado State University
- Gregory, N.G (2008) Animal welfare at markets and during transport and slaughter. *Meat Science* 80 (2008) 2–11
- Guerra, P; Ricaurte, A; Quiel, B; Vargas, A. 2013. Cruzamiento entre *Bos taurus* x *Bos indicus* para la producción de carne.
- HAS (Humane Slaughter Association). 2006. International Training Workshop on Welfare Standards Concerning the Stunning and Killing of Animals in Slaughterhouses or for Disease Control. Disponible en <https://www.hsa.org.uk/downloads/info/trainingworkshopcomplete.pdf>
- HAS (Humane Slaughter Association). 2014. Aturdimiento eléctrico de animales de carne roja. Reino Unido. Disponible en <https://www.hsa.org.uk/downloads/publications/aturdimientoelectricodeanimaledecarneroja.pdf>.
- Heamshaw, H., Barlow, R., Want, G. (1990) Development of a "temperament" or "handling difficulty" score for cattle.
- Heffner, R & Heffner, H. 1992. Hearing in large mammals: Sound-localization acuity in cattle (*Bos taurus*) and goats (*Capra hircus*). *Journal of Comparative Psychology*, 106(2), 107–113.
- Herrán, L., Romero, M., Herrán, L. 2017. Interacción Humano-Animal y Prácticas de Manejo Bovino en Subastas Colombianas. *Rev Inv Vet Perú* 2017; 28(3): 571-585 <https://www.corfoga.org/boletines-estadisticos/#2018>
- Huertas, S; Gil, A; Piaggio, J; van Eerdenburg, F. 2010. Transportation of beef cattle to slaughter houses and its relation to animal welfare and meat quality in an extensive production system. *Animal Welfare Journal* 19:281-285.
- Humane Slaughter Association (HSA). 2006. Insensibilización de Ganado con Pistola Neumatica de Perno Cautivo. 4ª edición. Pp. 3-13

- Instituto Tecnológico de Costa Rica. (2016) Procedimientos de bienestar animal. Establecimiento N.º 260. SENASA. Código: ITCR-01-004 Versión 02
- Instituto Tecnológico de Costa Rica (Tecnológico de Costa Rica). 2018. Planta de Matanza. URL <https://www.tec.ac.cr/unidades/planta-matanza>
- Kline, C., Wagner, D., Edwards, L., Alexander, L., Grandin, T. 2019. Effect of captive bolt lengths on brain trauma and post hind leg activity in finished cattle *Bos Taurus*. *Meat Science*, 155:69-73.
- Kreikemeier, K. K., Harmon, D. L., Peters, J. P., Gross, K. L., Armendariz, C. K., Krehbiel, C. R. (1990). Influence of dietary forage and feed intake on carbohydrase activities and small intestinal morphology of calves. *Journal of Animal Science*, 68: 2916-2929
- Lanier, J.L., Grandin, T., Green, R.D., Avery, D. y McGee, K. (2000) The relationship between reaction to sudden intermittent movements and sounds to temperament. *Journal of Animal Science* (en prensa).
- LeDoux, J. 1996. *The Emotional Brain*. Simon and Schuster, New York.
- Lensink, B. J., Fernandez, G., Cozzi, L., Florand and I. Veissier. 2001. The influence of farmers' behavior on calves' reactions to transport and quality of veal meat. *J ANIM SCI* 2001, 79:642-652.
- León, L; Flórez, H. 2015. La importancia del temperamento en la producción de ganado de carne bovina. Universidad de Llanos, Villavicencio, Meta.
- León-Llanos, L., Ballesteros, C., Flórez, D. 2012. Efecto del temperamento sobre el crecimiento y las características de la canal de bovinos Cebú y sus cruces en la Orinoquia colombiana. In XXIII Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias - Panvet 2012 (Cartagena de Indias), p. 1.
- Linares, C., Barreras, A., Sánchez, E., Herrera, B., Figueroa, F. 2015. Efecto del cambio en el manejo antemortem sobre la presencia de carne DFD en ganado bovino. *Rev.MVZ Córdoba* 20(3):4688-4697, 2015. ISSN: 0122-0268
- Madalena, F. 2002. Avances en las aplicaciones del mejoramiento genético de bovinos en Brasil. XI Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. Valera 22 al 26 de Octubre. ULA-Trujillo 2002
- Madrigal, B. 2018. Informe Estadístico Anual 2017 Corporación Ganadera (CORFOGA). Departamento de Investigación y Divulgación. Disponible en:
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2006. Reglamento Sanitario y de Inspección Veterinaria de Mataderos, Producción y Procesamiento de Carnes.

- Manteca, X; Mainau, D; Temple, G. 2012. ¿Qué es el bienestar animal? Ficha técnica sobre bienestar de animales de granja. FAWEC. (Farm Animal Welfare Education Centre. Disponible: https://www.fawec.org/media/com_lazypdf/pdf/fs1-es.pdf
- Morris, C. A., Cullen, N., Kilgour G, R., Bremner, K. J. (1994) Some genetic factors affecting temperament in *Bos taurus* cattle, *New Zealand Journal of Agricultural Research*,37:2, 167-175,
- Muñoz, D., Strappini, A., & Gallo, C. (2012). Indicadores de bienestar animal para detectar problemas en el cajón de insensibilización de bovinos. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 44(3), 297-302. doi:10.4067/S0301-732X2012000300014
- Murillo, L. 2019. Informe de Medición del Índice de Promotores Netos. (Corfoga. Corporación Ganadera). Departamento de Investigación y Divulgación. Disponible en: <file:///F:/TESIS/info/Informe-NPS-I-2018-firmado.pdf>
- OIE (Organización Mundial de Sanidad Animal). 2011. Código Sanitario para los Animales Terrestres Introducción a las recomendaciones para el bienestar de los animales. Capítulo 7.1.
- OIE(Organización Mundial de Sanidad Animal). 2019. Código Sanitario para los Animales Terrestres. Bienestar de los animales.Sacrificio de Animales. Capitulo 7.5
- OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria). 2016. Manual de procedimientos de bienestar animal durante el presacrificio y matanza de bovinos. Calle Ramón Belloso, final pasaje Isolde, colonia Escalón, San Salvador, El Salvador, C.A. 46 p.
- Oliveira, R. (2002) Humane Slaughter of bovine. First Virtual Global Conference on Organic Beef Cattle Production
- Peña, M., Thamsborg, S., Denwood, M., Drag, M. 2016. Efficacy of ivermectin against gastrointestinal nematodes of cattle in Denmark evaluated by different methods for analysis of faecal egg count reduction. *Int J Parasitol Drugs Drug Resist* 6, 241-250
- Peñuela, M., Uribe, F., Sanchez, J. 2012. Evaluación de la conducta y las prácticas de manejo durante el sacrificio bovino, como indicadores de bienestar animal. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, Volumen 7, Numero 2
- Peñuela,R., Uribe, L., Sánchez, A. 2000. Biomarcadores de estrés como indicadores de bienestar animal en el ganado de carne, Profesores Departamento Salud Animal, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Caldas.

- Pérez, E; Holmann, F; Schuetz; E; Fajardo; E. 2006. Evolución de la ganadería bovina en países de América Central: Costa Rica, Guatemala, Honduras y Nicaragua. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), International Livestock Research Institute (ILRI) 46 p
- Pérez-Linares, C., Figueroa-Saavedra, F., Estrada-Angulo, A., Sánchez-López, E., Barreras-Serrano, A., Bolado-Sarabia, JL., Ríos-Rincón, FG. (2015) Indicadores de bienestar animal durante el aturdimiento de bovinos sacrificados en establecimientos Tipo Inspección Federal del noroeste de México. Arch. med. vet. vol.47 no.3 Valdivia
- Rodríguez, J. 2020. Comunicación personal. 26 de Junio del 2020
- Rojas, L. 2010. Manual de Procedimientos para las Unidades de Producción Animal y Ganado de Carne del Programa de Producción Agropecuaria de la Escuela de Agronomía, del Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede San Carlos. Práctica Profesional de la Escuela de Administración de Empresas. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Disponible en: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/2636>
- Romero, M.H& Sánchez, J.A. (2011) Implicaciones de la inclusión del bienestar animal en la legislación sanitaria colombiana. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, v.24, p.93-101
- Romero, M; Gonzáles, L; Cobo, C. 2012. Evaluación del Bienestar Animal por medio de indicadores conductuales durante el sacrificio de bovinos. Revista Luna Azul ISSN 1909-2174. Departamento de Salud Animal, Grupo de Investigación CIENVET, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad De Caldas, Manizales, Colombia.
- Martin, M., C.Kline ,H., Wagner, D., Lacey, A., Edwards-Callaway, L., Grandin, T. (2018) Evaluation of different captive bolt lengths and breed influence upon post-stun hind limb and forelimb activity in fed cattle at a commercial slaughter facility
- SENASA (Servicio Nacional de Salud SENASA). 2016. Programa de comunicación, capacitación y educación en Bienestar Animal.
- SENASA (Servicio Nacional de Salud SENASA). 2018. Programa de comunicación, capacitación y educación en Bienestar Animal.
- SENASA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria). 2015. Manual de Bienestar Animal. Un enfoque práctico para el buen manejo de especies domesticas durante su tenencia, producción, concentración, transporte y faena. Versión 1. Paseo Colón. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. 146P

- SENASA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria). 2015. Manual de Bienestar Animal. Un enfoque práctico para el buen manejo de especies domesticas durante su tenencia, producción, concentración, transporte y faena. Versión 1. Paseo Colón. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. 146P
- SENASA. (Servicio Nacional de Salud SENASA). 2006. Ley General del Servicio Nacional de Salud Animal N° 8495. Asamblea legislativa de la república de Costa Rica. Disponible: <http://www.mag.go.cr/legislacion/2006/ley-8495.pdf>
- SENASA. (Servicio Nacional de Salud SENASA). 2011. Mataderos Nacionales. Dirección de Inocuidad de Productos de Origen Animal (DIPOA). Disponible en: <http://www.senasa.go.cr/senasa/sitio/files/131211042042.pdf>
- Sisson S. & Grossman J.D. 1986. Anatomia dos Animais Domésticos. 5ª ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.
- Sistema de Información Jurídica. 2020.Ley de Bienestar de los Animales. Procuraduría General de la Republica.
- Soto, E; Perea, F. 2014. Comportamiento de los cruces entre razas *bos taurus* y *bos indicus* en una finca de doble propósito. Logros & Desafíos de la Ganadería Doble Propósito. Capítulo LXIII.
- Tadich, N., Gallo, C., Echeverría, R., Van Schaik, G. 2003. Efecto del ayuno durante dos tiempos de confinamiento y de transporte terrestre sobre algunas variables sanguíneas indicadoras de estrés en novillos. Archivos de Medicina Veterinaria, 35: 171-185. [En línea] http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0301-732X2003000200005&script=sci_arttext
- TEC (Tecnológico de Costa Rica). 2018. Planta de Matanza del ITCR. Disponible en <https://www.tec.ac.cr/unidades/planta-matanza>
- Torrescano Urrutia, GR; Sánchez Escalante, A; González Méndez, NF; Camou Arriola, JP. 2008. Investigación: Tecnología e ingeniería del sacrificio y su repercusión en la calidad de la canal de animales de abasto. Centro de Investigación en alimentación y Desarrollo, A.C. Carretera a la Victoria Km. 0.5. Hermosillo, Sonora, 83000, México.
- Wotton, S. B. & Wilkins, L. J. (1999) "Effect of very low pulsed direct currents at high frequency on the return of neck tension in broilers", *Veterinary Record*, 145, pp. 393-396
- Vásquez, I. sf. Auditorías de bienestar animal. Transporte y descarga en planta frigorífica. Disponible en

http://www.bienestaranimal.org.uy/files/AUDITORiAS%20DE%20TRANSPORTE%20Y%20DESCARGA_J_Imelio.pdf

- Villalobos, L. 2007. Diagnóstico de carencias en el sistema de transporte de bovinos en Costa Rica en cuanto a medidas de bienestar animal. Proyecto de Graduación para optar por el Grado Académico de Licenciatura en Medicina Veterinaria. Heredia, C. R. UNA. 56p.
- Von, K., Olenick, D., Weary, D. 2008. Acute behavioral effects of regrouping dairy cows. *J. Dairy Sci.* 91:1011–1016.
- Warner, R., Ferguson, D., Cottrell, J., Knee, B. 2007. Acute stress induced by the preslaughter use of electric prodders causes tougher beef meat. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 47(7) 782-788
<https://doi.org/10.1071/EA05155>
- Warriss, D. 1990. The handling of cattle pre-slaughter and its effects on carcass and meat quality. *Applied Animal Behaviour Science*. Volume 28, Issues 1–2, November 1990, Pages 171-186
- Waynert, J., Schwartzkopf-Genswein, K., Watts, J., Waltz, C. 1999. The response of beef cattle to noise during handling. *Applied Animal Behaviour Science* 62 1999 27–42
- Zavy, M.T., Juniewicz, P.E., Williams, A.P y Von Tungen, D.L. (1992) Effect of initial restraint, weaning and transport stress on baseline and ACTH stimulated cortisol responses in beef calves of different genotypes. *American Journal of Veterinary Research* 53, 552-557.

8. ANEXOS