Universidad Autónoma de Sinaloa

Colegio en Ciencias Agropecuarias

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Maestría en Ciencias Agropecuarias

TESIS:

"Valoración de indicadores de bienestar animal (retorno a la sensibilidad) durante la matanza en Culiacán, Sinaloa, México y revisión sistemática de los factores de riesgo asociados a las características de las contusiones en canales bovinas en América"

Que para obtener el grado de Maestra en Ciencias Agropecuarias

PRESENTA:

MVZ. Briseyda Jatzel Félix Leyva

DIRECTOR DE TESIS:

Dr. Horacio Dávila Ramos

CO-DIRECTOR:

Dr. Juan Carlos Robles Estrada

Culiacán, Sinaloa, México; a __ junio de 2020

ESTA TESIS FUE REALIZADA POR LA **M.V.Z. BRISEYDA JATZEL FÉLIX LEYVA**, BAJO LA DIRECCIÓN DEL CONSEJO PARTICULAR QUE SE INDICA; Y HA SIDO APROBADA POR EL MISMO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

(SELLO DE POSGRADO)

CONSEJO PARTICULAR:

DIRECTOR _____

DR. HORACIO DÁVILA RAMOS

CO-DIRECTOR _____

DR. JUAN CARLOS ROBLES ESTRADA

ASESOR _____

DR. JESÚS JOSÉ PORTILLO LOERA

ASESOR _____

DR. FRANCISCO GERARDO RÍOS RINCÓN

ASESOR _____

DR. JOSÉ ADRIÁN FÉLIX BERNAL

CULIACÁN, SINALOA, MARZO DE 2020

AGRADECIMIENTOS

CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS……. **v**

ÍNDICE DE FIGURAS……... vii

CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN Y REVISIÓN DE LITERATURA……. 1

1.1 INTRODUCCIÓN……. 1

1.2. REVISIÓN DE LITERATURA……. 1

1.2.1. Bienestar animal……. 2

1.2.2. Bienestar animal en la etapa ante mortem del ganado bovino productor de carne……. 4

1.2.3. Rastros Tipo Inspección Federal (TIF) en México……. 5

1.2.4. Estrés y dolor……... 6

1.2.5. Reacciones de un organismo ante un estímulo estresante……. 8

1.2.6. Proceso de insensibilidad o aturdimiento……. 9

1.2.7. Tiempo de desangrado…….. 13

1.2.8. Presencia de contusiones en la canal como indicador de bienestar animal…….. 14

1.2.10. Factores de riesgo en la presencia de contusiones……. 15

1.2.11. Factores intrínsecos……. 15

1.2.12. Factores extrínsecos……. 16

1.2.13. Caracterización de contusiones en la canal de bovino…….. 17

1.2.14. Sistemas de clasificación de las contusiones en las canales de bovino……..……. 18

1.2.15. Localización anatómica de contusiones …….. 19

1.2.16. Impacto económico de contusiones en la canal…….. 20

1.2.17. Definición de revisión sistemática…….. 21

1.2.18. Etapas de la revisión sistemática…….. 22

1.2.19. Importancia de las revisiones sistemáticas…….. 22

CAPÍTULO 2. REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LOS FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS A LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS CONTUSIONES EN CANALES BOVINAS EN AMÉRICA …….. 24

2.1. **RESUMEN**…….. 24

2.2. **ABSTRACT**……. 25

2.3. **INTRODUCCIÓN**……. 26

2.4. **METODOLOGÍA**……. 28

2.4.1. Pregunta de investigación……. 28

2.4.2. Criterios de elegibilidad…….. 28

2.4.3. Fuentes de información y estrategia de búsqueda……. 29

2.4.4. Selección de estudio…….. 34

2.4.5. Extracción de datos y elementos de datos……. 37

2.4.6. Evaluación del riesgo de sesgo en estudios individuales…… 40

2.5. **RESULTADOS**……. 41

2.5.1. Selección de estudios……. 41

2.5.2. Características de los estudios incluidos……. 44

2.5.3. Evaluación del riesgo de sesgo……. 50

2.5.4. Resultados de estudios que informan la edad de las contusiones…. 55

2.5.5. Resultados de estudios que reportan el sitio anatómico de las contusiones…… 58

2.5.6. Resultados de estudios que informan la cantidad de carne removida debido a contusiones en la canal…….. 64

2.5.7. Resultados de estudios que reportan la severidad de las contusiones…… 67

2.5.8. Resultados de estudios que reportan la forma de las contusiones… 73

2.5.9. Resultados de los estudios que informan del tamaño de las contusiones…… 74

2.5.10. Asociación entre los factores de riesgo y las características de las contusiones…… 78

2.6. **DISCUSIÓN**…… 101

2.6.1. Resumen de la evidencia…….. 101

2.6.2. Asociación entre las contusiones y factores de riesgo…… 103

2.6.3. Evaluación de la calidad de la evidencia…… 105

2.6.4. Limitaciones del estudio…… 105

2.7. **CONCLUSIONES**…….. 107

CAPÍTULO 3. VALORACIÓN DE SIGNOS DE RETORNO A LA SENSIBILIDAD DE BOVINOS ATURDIDOS EN UNA PLANTA DE SACRIFICIO EN SINALOA, MÉXICO…… 108

3.1.1. **RESUMEN**……... 108

3.1.2. **ABSTRACT**…….. 109

3.1.3. **INTRODUCCIÓN**…… 110

3.2**. HIPÓTESIS**…… 111

3.3. **OBJETIVOS**……. 112

3.4. **MATERIAL Y MÉTODOS**……. 113

3.4.1. Localización del área de estudio y características del muestreo…… 113

3.4.2. Descripción del proceso y obtención de las variables…….. 113

3.4.3. Valoración de la efectividad del disparo…….. 115

3.5. **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**……. 116

3.6. **CONCLUSIÓN**……. 122

3.7. **LITERATURA CITADA**…….. 123

CAPÍTULO 4. APÉNDICES……. 136

4.1. Diagrama de flujo PRISMA combinado para la selección de los estudios incluidos en la revisión sistemática……. 139

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Título	Página
1	Factores que perjudican el bienestar animal durante el pre-sacrificio bovino……	5
2	Métodos de búsqueda: estrategia de búsqueda detallada…	31
3	Hoja de extracción para la elegibilidad de los estudios……..	34
4	Hoja de extracción para datos de estudios seleccionados...	37
5	Estudios excluidos y los motivos principales de exclusión…	41
6	Resumen de los estudios incluidos que evalúan la contusión de la canal en bovinos……..	46
7	Evaluación del riesgo de sesgo para los estudios individuales……	51
8	Informe de resultados del estudio para la edad de las contusiones……..	56
9	Informe de resultados del estudio para los sitios anatómicos de las contusiones……	59
10	Resultados de los estudios que reportan la cantidad de carne removida debido a contusiones……	65
11	Resultados de los estudios que informan sobre la gravedad de las contusiones……	68
12	Resultado de los estudios que reportan la forma de las contusiones……..	73
13	Informe de resultados de los estudios para el tamaño de las contusiones……..	75
14	Asociación entre los factores de riesgo y la edad de las contusiones……..	80

15 Asociación entre factores de riesgo y carne removida debido a contusiones……... 84

16 Asociación entre los factores de riesgo y sitio anatómico de las contusiones…… 88

17 Asociación entre los factores de riesgo y las formas de las contusiones……... 95

18 Asociación entre los factores de riesgo y el tamaño de las contusiones……... 98

19 Indicadores de retorno a la sensibilidad valorados en los bovinos al salir del cajón de aturdimiento…….. 136

20 Variables evaluadas en las cabezas de los bovinos, indicadores de aturdimiento efectivo……. 137

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Título	Página
1	Punto ideal para el disparo con pistola de proyectil retenido……	12
2	Los números indican la localización (áreas) de las contusiones en la canal, siendo 1, nalga; 2, lomo de la grupa; 3, costillas; 4, cuarto delantero; 5, espalda; 6, punta de la cadera y 7, cadera……	20
3	A) Distribución de las posibles asociaciones (características de los factores de riesgo) en las que se evalúan factores extrínsecos, intrínsecos o una mezcla de factores de riesgo, y B) las asociaciones se examinan con análisis estadísticos……..	78
4	Diagrama de flujo PRISMA combinado para la selección de los estudios incluidos en la revisión sistemática……..	139
5	Orden cronológico de medición de los indicadores de retorno a la sensibilidad en rastro……...	115
6	Gráfica radial de eficiencia del aturdimiento del ganado faenado……	116
7	Signos de retorno a la sensibilidad……..	118

CAPÍTULO 1. REVISIÓN DE LITERATURA

I. INTRODUCCIÓN

En América Latina aún se está bastante lejos de las políticas europeas en el área de legislación sobre bienestar animal; sin embargo en algunos países desde hace varias décadas hacen alguna mención para disminuir y/o evitar la crueldad y malos tratos para con los animales, tienen un incremento en los grupos de trabajo académico, institucional, de organizaciones no gubernamentales y un aumento en la creación de normas, guías y en algunos casos leyes sobre bienestar de los animales (Huertas, 2009).

En este aspecto, en México, se establecieron normas oficiales referentes al bienestar animal en las que se incluye la Norma Oficial Mexicana NOM-051-ZOO-1995, que trata del trato humanitario en la movilización de animales y la Norma Oficial Mexicana NOM-033-ZOO-1995 que trata del sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres.

En la etapa pre-sacrificio se compromete el bienestar animal de los animales al exponerlos a diversos factores que conducen al estrés en el periodo comprendido entre el embarque y el transporte desde la granja hasta su ingreso al cajón de aturdimiento en el rastro; en la recolección y arreo, desde la granja hacia los corrales para cargarlos en el medio de transporte a la planta de sacrificio, para descargarlos y hacerlos avanzar por los pasillos, corrales y manga de acceso a la sala de sacrificio al que es sometido el ganado, en esta etapa se hace uso de diversos elementos y técnicas de arreo mal empleadas que pueden originar defectos en la calidad de las canales (Gallo y Tadich, 2008; Romero y Sánchez, 2011).

1.2.1 Bienestar animal

En los diversos ámbitos donde se trabaja con animales para fines productivos se ha incrementado el interés de ofrecer las condiciones que proporcionen un estado de bienestar óptimo (Ramírez, 2012; Henao, 2013; Muñoz, 2014).

El bienestar animal tiene como objetivo garantizar la eficacia biológica, brindarles su adaptación libre de sufrimiento, esto a base de cubrir las necesidades etológicas y fisiológicas de los animales en cautividad (Mateos, 2003).

Desde el punto de vista ético, incluye las acciones que los humanos realizan hacia los animales, debido a que estos son seres sintientes, por lo tanto sufren la presencia de sentimientos negativos, y de sentimientos positivos, como el placer; sin embargo, es importante identificar la diferencia entre bienestar animal con los derechos de los animales, debido a que los derechos de los animales es un principio filosófico que defiende la teoría de que los animales deben tener derechos que los protejan del sufrimientos y esta corriente de pensamiento promueven el vegetarianismo y el veganismo, presente mayormente en países europeos (Huertas, 2009).

En lo que concierne a los productores y médicos veterinarios zootecnistas dedicados a los animales de abasto, se despertó el interés en el comportamiento animal al conocer que el bienestar animal influye indudablemente sobre la cantidad y la calidad del producto, ya que mantienen una estrecha relación para lograr este cometido eficazmente, los médicos veterinarios que se dedican a los animales de producción están obligados a conocer cómo se deben realizar las prácticas de crianza, engorde, transporte y de sacrificio de tal manera que no afecte el bienestar animal, y con ello evitar fallar a su ética profesional, dejando de lado el juramento de un médico veterinario zootecnista y del mismo modo desfavorecer la calidad del producto que desean obtener de la especie en cuestión (Aluja, 2011).

Debido a que el bienestar animal es el resultado de la interacción entre la ética y la ciencia, se crearon reglas de sociedad para controlar el uso y trato de los animales a través de la política y legislación (Huertas, 2009).

Por ello, la declaración universal sobre Bienestar Animal fue inicialmente pensada por la Sociedad Mundial para la Protección Animal (WSPA, por sus siglas en inglés), pero su origen se remonta a 1965 en el Reino Unido, cuando el Comité Brambell del Ministerio de Agricultura planteó las denominadas “cinco libertades de los animales”. Sin embargo, fue hasta 1993 cuando el Consejo de Bienestar de los Animales de Reino Unido, las incorporó en el medio productivo y estableció estándares mínimos de bienestar animal para sistemas de producción intensivos, los cuales deberían ofrecer a los animales la libertad para levantarse, acostarse, girar, acicalarse y extender sus extremidades (Campo *et al.,* 2011; Díaz, 2012).

Existen tres aspectos del bienestar de los animales, los cuales tienen relación con su funcionamiento, estado emocional y el referido a poder expresar un comportamiento natural, los cuales se incluyen en la definición de bienestar animal: el modo en que cada animal se adapta a las condiciones de su entorno (Broom, 1986), asignado por la Organización Mundial de Sanidad Animal; lo que significa que un animal que se encuentre en buenas condiciones de bienestar se encontrará sano, cómodo, con alimentación adecuada, seguro, con capacidad de expresar su comportamiento innato y sin padecer sensaciones desagradables como el dolor, miedo y estrés (OIE, 2011).

En cuanto a la legislación, los países de América Latina aún están bastante lejos de las políticas europeas en esta área, aunque en algunos países desde hace varias décadas se hace alguna mención para disminuir y/o evitar la crueldad y malos tratos para con los animales, un incremento en los grupos de trabajo académico, institucional, de organizaciones no gubernamentales y un aumento en la creación de normas, guías y en algunos casos leyes sobre bienestar de los animales (Huertas, 2009).

En el caso particular de México, se establecieron normas oficiales referentes al bienestar animal en las que se incluye la Norma Oficial Mexicana NOM-051-ZOO-1995, que trata del trato humanitario en la movilización de animales y la Norma Oficial Mexicana NOM-033-ZOO-1995 que trata del sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres; ambas normas son de observancia nacional y

aplicación obligatoria. Sin embargo, no siempre se adoptan las legislaciones internacionales ni las normas oficiales, al momento de transportar o sacrificar animales de granja, incluso en establecimientos de Tipo Inspección Federal.

La salud y producción del animal están fuertemente vinculados con el bienestar (Huertas, 2009). Por ello, el ganado dedicado a la producción de carne, durante su estancia en etapa de engorda sufre diversas situaciones de estrés, desde la carga, traslado, características del transporte y la descarga que los bovinos son sometidos, factores estresantes que afectan su bienestar y posteriormente la calidad de la carne, además de producir importantes pérdidas económicas a los productores; en América Latina el bienestar animal es un componente que marca la diferencia en la comercialización de la carne bovina a nivel internacional, por ejemplo, Chile, Argentina, Brasil y Uruguay, son países que son privilegiados para la exportación de carne fresca bovina con este valor agregado debido a la labor de estos países en incrementar el bienestar animal en la producción (Romero *et al.*, 2010).

1.2.2 Bienestar animal en la etapa *ante mortem* del ganado bovino productor de carne

Las actividades pre-sacrificio incluyen el período comprendido entre el embarque y el transporte desde la granja hasta su ingreso al cajón de aturdimiento en el rastro; en la recolección y arreo, desde la granja hacia los corrales para cargarlos en el medio de transporte a la planta de sacrificio, para descargarlos y hacerlos avanzar por los pasillos, corrales y manga de acceso a la sala de sacrificio, en esta etapa se hace uso de diversos elementos y técnicas que al emplearse de forma incorrecta, además de provocar estrés, pueden originar defectos en la calidad de las canales (Gallo y Tadich, 2008; Romero y Sánchez, 2011).

Los factores que provocan la perdida de bienestar animal y el tipo de estrés que genera, se resumen en el cuadro 1.

Cuadro 1. Factores que perjudican el bienestar animal durante el pre-sacrificio bovino.

Tipo de estrés	Factores que lo provocan
Físico	Rampas Superficies en malas condiciones Estructuras sin diseño adecuado Transporte Altas densidades (Corral y transporte) Técnicas inapropiadas en el manejo Uso de instrumentos contundentes.
Fisiológico	Ayuno Privación del agua Temperaturas altas Contacto con animales enfermos Fatiga
Emocional	Cambios en la estructura social Contacto con personal extraño Mezcla de animales de diferente sexo, Raza, especie Sonidos fuertes

Cobo-Ángel, *et al.,* 2012

1.2.3. Rastros Tipo Inspección Federal (TIF) en México

Para producir y procesar la carne de ganado bovino en México de tal manera que el producto obtenido sea de calidad, los bovinos son sacrificados en establecimientos de Tipo Inspección Federal (TIF) que se rigen por normas, específicamente la NOM-009-Z00-1994; esta norma oficial establece que este tipo de establecimientos tienen la obligación de obtener productos de óptima calidad higiénico-sanitarias. Un rastro se define como todo establecimiento dedicado al

sacrificio y faenado de animales para abasto (SAGARPA). Existen diferentes tipos de rastros: rastro municipal, rastros privados y rastros de tipo inspección federal (TIF). En México, se cuenta con un total de 108 rastros TIF los que cuentan con una capacidad instalada mensual de 413,899 cabezas de ganado bovino.

En la región noroeste de México donde se encuentra el estado de Sinaloa se cuenta con 103 centros de matanza municipal para el sacrificio de ganado, 22 de tipo inspección federal y 14 privados. En promedio cada centro genera un volumen de cinco mil toneladas, de ella, mil 868 corresponden a la especie bovina, mil 790 a la porcina y mil 337 a la de ave, además una mínima parte a la ovina y caprina con apenas 22 y 24 toneladas, obteniendo por su comercialización 19 mil 825 millones de pesos (SAGARPA, 2014). En Sinaloa por su parte, se cuenta con 4 establecimientos de este tipo, con una capacidad instalada mensual de 33,280 cabezas (SIAP, 2014). Es importante mencionar que los rastros de tipo inspección federal al estar regulados por la SAGARPA y la Secretaria de Salud ofrecen al consumidor un producto de calidad e inocuo. Además, el sacrificio de animales de abasto se sujeta a normas estrictas y los procedimientos que se siguen tienen la finalidad de disminuir o evitar el sufrimiento de los animales. Los rastros, deben de cumplir muchos requisitos de control e inspección, así las instalaciones y los equipos deben de ser los adecuados para no ocasionar a los animales sufrimiento, dolor o agitación (Torrescano *et al.,* 2008).

1.2.4. Estrés y dolor

El estrés experimentado por un animal puede ser consecuencia de un estado de bienestar animal deficiente. La respuesta de un animal a un proceso de estrés involucra una variedad de reacciones conductuales y fisiológicas complejas que pueden ser modificadas por situaciones externas o internas, tales como experiencias previas, duración del agente o agentes inductores de estrés, estado psicológico, ritmos biológicos y la edad; si durante la etapa de estrés el conjunto de respuestas fisiológicas adaptativas no es eficaz para mantener la homeóstasis sobrevienen fases de estrés, disfunción y enfermedad, culminando en ocasiones

con la muerte del individuo. En este sentido, el estrés es un mecanismo que ha sido relacionado con algunos procesos de dolor (William, 2002), que al ser captado por los receptores ubicados en la piel o alguno de los tejidos del cuerpo activa múltiples mecanismos que van a permitir que la sensación sea percibida en la corteza cerebral y se genere una respuesta refleja y voluntaria (García *et al.,* 2016). El dolor forma parte de los sistemas con que cuenta el organismo para mantener la homeostasis, que en circunstancias fisiológicas tiene una función protectora y a la vez, se puede convertir en un signo que llega a ser por sí mismo el centro de la enfermedad y que puede provocar sufrimiento (García *et al.,* 2016).

El dolor produce alteraciones físicas y mentales que van desde la falta de confort moderado hasta cambios de postura y comportamiento crónico (William, 2002). Desde el punto de vista fisiológico, se trata de fenómeno complejo que involucra la transmisión al cerebro de una señal que identifica el sitio e intensidad de un estímulo nocivo y la interpretación de que dicho estímulo es doloroso. Posteriormente se lleva a cabo la transmisión de señales desde el cerebro, que da como resultado comportamientos de alejamiento del estímulo nocivo y la liberación de sustancias que modifica la respuesta al dolor y el inicio de los procesos de recuperación (García *et al.,* 2016).

Un animal percibirá el dolor cuando los impulsos lleguen a la corteza cerebral; ahí se codificará la información, y, posteriormente, además de la sensación de dolor, se activarán las vías descendentes neuroquímicamente conocidas como las vías opiodes-serotoninérgica y noradrenérgica, las cuales tienen un efecto analgésico discreto dirigido a mitigar el dolor (Kandel, 2000).

Es importante señalar, que el dolor es una experiencia individual, por lo tanto, las manifestaciones físicas y conductuales asociadas, referencia para conocer si existe dolor o no, se debe evaluar las vocalizaciones, chillidos, agresividad y depresión (García *et al.,* 2016).

1.2.5. Reacciones de un organismo ante un estímulo estresante.

Actualmente se tiene una concepción más amplia de los procesos fisiológicos que se desarrollan en un organismo expuesto a agentes estresantes. Sin embargo, se tiene un consenso respecto a la duración y sus efectos del estrés: puede ser agudo o crónico. Cuando el sistema nervioso central percibe una amenaza, se desarrolla una respuesta que consiste en la combinación de cuatro respuestas generales de defensa fisiológica: comportamiento, sistema nervioso autónomo, inmune y neuroendocrino. Para mantener la homeostasis es necesario que solo los primeros dos se activen, de otro modo cuando se involucran los cuatro mecanismos, algunas funciones biológicas pueden verse modificadas y el animal puede entrar en peligro (Trevisi *et al*., 2009). En la respuesta neuroendocrina son importantes el sistema simpático/suprarrenal (ss) y el eje hipotálamo-pituitaria adrenocortical (HPA) y estos se activan dependiendo del factor estresante que está produciendo el estímulo (Gupta *et al*., 2007). En la activación del primero denominado "síndrome de emergencia", el organismo se prepara para hacer frente a peligros súbitos y la respuesta es rápida y breve, esto conlleva a la activación neuronal del hipotálamo y la liberación de adrenalina desde la médula adrenal, así como noradrenalina de las fibras nerviosas del *Locus coeruleus* (LUC-NE), región que se localiza en el tronco cerebral. Estas catecolaminas son las encargadas de poner al animal en alerta, preparándolo para luchar o huir, provocando un aumento de la frecuencia cardiaca, vasoconstricción periférica, aumento de la glicemia, dilatación pupilar hiperventilación y aumento del volumen sanguíneo (Lay *et al*., 2001).

En el HPA, los centros cognitivos del cerebro como la corteza cerebral, una vez que percibe peligro activa mecanismos de respuesta vía señales nerviosas que activan la liberación del factor liberador de corticotropina (CRH) y la vasopresina, principalmente en el hipotálamo (núcleo paraventricular). La CRH es liberada por terminales de axones que se proyectan hacia la región de la eminencia media, y es transportada por el sistema sanguíneo portal hipofisiario hacia la hipófisis anterior, lo que estimula la liberación de hormona adenocorticotropa (ACTH), la cual es liberada al torrente sanguíneo para estimular la síntesis y secreción de glucocorticoides (GC) como el cortisol desde la corteza adrenal (Mordéde *et al*.,

2007). En esta compleja respuesta fisiológica se presenta un proceso de retroalimentación negativa, donde el cortisol actúa sobre el hipotálamo y la hipófisis disminuyendo la producción de CRH y ACTH. En esta etapa el organismo intenta adaptarse o afrontar la presencia de los factores que percibe como amenaza, en donde se presenta una normalización de los niveles de corticosteroides y la desaparición del estrés, etapa que se denomina “de resistencia o relajación” (Sapolsky *et al*., 2000).

Técnicamente se estudia el bienestar de los animales cuando las investigaciones se centran en conocer cuán fácil o difícil es para el individuo hacer frente a desafíos del medio ambiente, y la medida de como este le afecta, sea negativa o positivamente. En la disciplina científica referente a bienestar, animal o incluidos humanos, es posible obtener varias mediciones que a su vez pueden ser utilizadas como indicadores, y poder inferir, basados en rangos, si este se considera como pobre o bueno (Broom, 1988). Entre los desafíos ambientales a los que anteriormente se hace referencia, podemos incluir a patógenos, daño tisular, ataques de depredadores, competencia social, falta de estímulos (sociales o de índole restrictivo como destete), estímulos excesivos (manejo en animales de granja) y la incapacidad para controlar las interacciones con el entorno (Broom, 2001).

Broom (1996) define al bienestar, sin referirse exclusivamente a animales, como “el estado del individuo con respecto a sus intentos de hacer frente a su entorno”, incluye los sentimientos y la salud.

1.2.6. Proceso de insensibilización o aturdimiento

Desde el punto de bienestar animal y de los organismos responsables de su vigilancia (OIE, 2012), es inaceptable la omisión de la práctica de aturdimiento en el sacrificio de los animales para consumo. El objetivo de insensibilizar al animal antes de sangrarlo es lograr que pierda instantáneamente la conciencia y no la recupere antes de la sangría, de manera que no sienta dolor, se inmovilice y sea

más fácil y seguro para el operario manejarlo (FAO, 2013). Si el sacrificio del bovino se realiza sin aturdimiento previo al degüello, se provoca la activación directa de terminaciones nerviosas periféricas, lo que produce una intensa pero breve lesión en los nervios aferentes, su despolarización e incapacidad para responder a otros estímulos, ya que las vías aferentes seccionadas son las encargadas de cubrir cierto rango de funciones entre las cuales se encuentra la percepción del dolor o distorsiones de piel (Gregory, 2005; García *et al.,* 2016).

Para garantizar la inmediata pérdida la consciencia se debe utilizar métodos considerados humanitarios, que garanticen la muerte instantánea o que produzcan la insensibilización al dolor hasta que la ocurra la muerte; los dos métodos humanitarios más utilizados para la insensibilización de los bovinos son clasificados como mecánicos (perno cautivo) y eléctricos (electronarcosis o electrocución), siendo el método mecánico más utilizado debido a su mayor eficacia y menor riesgo en los bovinos (Ciocca *et al.,* 2016).

En la conmoción cerebral provocada por el método de aturdimiento mecánico (perno cautivo penetrante y perno cautivo sin penetración), existe un daño directo de las neuronas que causa una súbita despolarización neuronal seguida de un corto periodo de espasmos tónico y clónico, y finalmente, una fase quiescente debido a la parálisis nerviosa; generalmente se caracteriza por una alteración transitoria o definitiva de la función cerebral. Como resultado de la conmoción hay pérdida de la conciencia reflejos equilibrio y disfunción de la actividad neuronal; uno de los efectos de la perdida de la conciencia se debe a la formación de una hemorragia cerebral que produce en el lugar de impacto y que se puede desarrollar aún más en el lado opuesto del impacto por la fuerza de reacción del contragolpe juntos puede también haber formación de vacuolas en el cerebro cuando éste es lanzado hacia adelante y hacia atrás. En muchos casos la conmoción causa solamente daños funcionales y puede ser reversible sin embargo, el cerebro recibe suficiente energía por el impacto y se genera movimiento de los dos hemisferios cerebrales y aumenta la probabilidad de daño a los tejidos o deformación entre la

corteza cerebral y el cráneo, ocasionando que la pérdida de la conciencia sea irreversible, por eso, el periodo de inconsciencia provocado por la pistola de perno cautivo penetrante es frecuentemente irreversible por lo que el intervalo de tiempo entre la desensibilización y el sangrado no es crítico, sin embargo, en la práctica hay diversos factores que interfieren significativamente en la eficacia y la duración de la insensibilización por este motivo algunas normas en su legislación exigen que el bovino sea desangrado rápidamente antes de los 60 segundos (Ciocca *et al.,* 2016).

Durante la insensibilización de los animales de abasto, es importante que no se recupere la sensibilidad después del noqueo y antes del degüello, ya que, si se recupera la conciencia, indica que el bovino ha experimentado sensaciones de dolor hasta la muerte. La evaluación del dolor es compleja, sin embargo, se puede implementar el uso de diferentes tipos de valoraciones en cuanto al comportamiento del animal, de este modo se puede llegar a identificar conductas relacionadas al dolor con mayor precisión y seguridad (García *et al.,* 2016). Entre los indicadores que se pueden usar para determinar los efectos de la insensibilización o noqueo sobre el bienestar animal se mencionan los métodos directos e indirectos; los primeros evalúan variables conductuales y fisiológicas de los animales, así como la condición física de estos, mientras que los indicadores indirectos evalúan el ambiente y la infraestructura donde se encuentran los animales, así como el manejo que reciben por parte de las personas en los lugares de producción, comercialización y plantas de sacrificio (FAO, 2013). Los indicadores a evaluar para detectar fallos en el procedimiento de insensibilización, son las señales a respuestas coordinadas a estímulos internos y externos como, por ejemplo, lo reflejos oculares, fase tónica y clónica, perdida de postura, vocalización y respiración rítmica ya que estos son los signos que indican el retorno a la sensibilidad (Ciocca *et al.,* 2016).

La HSA, (2016) indica que un aturdimiento efectivo implica un colapso inmediato, presentación de una actividad tónica (fase tónica) exagerada seguida de relajación

y movimientos involuntarios de patada (fase clónica) y no deben de presentarse respiración rítmica, ni movimientos oculares, además de mandíbula y lengua relajadas. También indica que el desangrado debe de realizarse durante la fase tónica (este periodo dura de 10 a 20 s después del aturdimiento). En la normativa mexicana (NOM-033-SAG/ZOO-2014), se estipula que el ganado debe ser desangrado dentro de los primeros 20 segundos después de la insensibilización y no sobrepasar los 60 segundos con el fin de evitar el retorno a la sensibilidad. Al respecto, Atkinson, Velarde y Algers, (2013) reportaron 92% de impactos dentro del punto ideal; los mismos autores mencionan que si la pistola de perno penetrante no es puesta completamente perpendicular a la cabeza al momento del disparo el impacto puede reducir la fuerza y profundidad. Además, la posición del disparo debe ser en la parte frontal de la cabeza del bovino, en el punto de intersección de las líneas imaginarias que cruzan el ojo y la base del cuerno del lado opuesto lo que contribuye a reducir el efecto del aturdimiento (Ciocca *et al.,* 2016).

Figura 1. Punto ideal para el disparo con pistola de proyectil retenido (Gallo y Tadich, 2008).

Cartes, (2000) observó un 83.6% de bovinos que cayeron al primer intento al ser aturdidos con una pistola de perno cautivo. De los tres lugares analizados la planta c (92.2%), registró el mayor porcentaje de bovinos que cayeron al primer tiro, en tanto que la planta A (72.8%) fue la que tuvo menor porcentaje de aciertos al primer intento. En el mismo estudio se observó que los signos de retorno a la sensibilidad

más frecuentemente encontrados en las 3 plantas de sacrificio fueron respiración (82.5%) y vocalización (45%). El mayor porcentaje de presencia de respiración se registró en la planta A (86.3%), en donde también se encontró el mayor número de animales que intentó incorporarse. En cuanto a la presencia de movimientos oculares y reflejo corneal la planta A presentó el mayor porcentaje (38.2 y 28.75%).

1.2.7. Tiempo de desangrado

La FAO define el desangrado como la parte del sacrificio en que se cortan los principales vasos sanguíneos (bovinos, las venas yugulares y arterias carótidas y vertebrales del tronco braquiocefálico) para permitir que la sangre drene del cuerpo, produciéndose la muerte por anoxia cerebral. Se recomienda que el cuchillo del desangrado debe estar afilado continuamente y el mismo debe de ser rápido después del aturdimiento, debido a que, si se demora el desangrado, el animal puede recuperar la consciencia. La NOM-033-SAG/ZOO-2014, indica que el corte de yugulares y carótidas debe realizarse en un lapso no mayor a 30 segundos posteriores al aturdimiento. Además, si el tiempo de sangría demora, se aumenta la presión sanguínea y la ruptura de vasos, produciéndose hemorragias musculares. Esta sangre adicional en los tejidos contribuye a la rápida descomposición de la carne a su consiguiente falta de aprovechamiento.

Es importante que, antes de efectuar el degüello del bovino, se debe verificar la ausencia de signos de sensibilidad en los animales y en caso positivo, repetir el procedimiento de aturdimiento (Ludtke *et al.,* 2010).

Teuber, (2003) observó en los resultados obtenidos al usar la Tecnología A, que el intervalo de tiempo entre disparo efectivo y sangría más frecuente fue entre 2.01 y 3 minutos representando un 31% lo cual es similar ($p>0.05$) a lo obtenido al utilizar la Tecnología B, en que el intervalo entre noqueo y sangría con mayor frecuencia de observación fue entre 2.01 y 3 minutos (33.4%); también se aprecia que los intervalos 4.01 a 5 y sobre 5 minutos fueron frecuentes en ambos. Luego de la capacitación de los operarios, se observó un cambio significativo ($p<0.05$) en

el intervalo de menos de 1 minuto con respecto a los datos anteriores (Tecnología B); después de la capacitación prácticamente el 100% de los animales fue desangrado antes de los 2 minutos posterior a la insensibilización.

Hay diversos factores que pueden contribuir a retrasar el inicio del desangrado como son la falta de coordinación entre los operarios responsables del aturdimiento y el desangrado, el ingreso prematuro de los animales al cajón de aturdimiento con el ánimo de acelerar la línea de la faena, dificultad de expulsar los animales del cajón por fallas de diseño, la ausencia de protocolos de manejo, la falta de auditoría interna, entrenamiento y capacitación del personal deficientes, la falta de sensibilidad del personal por el sufrimiento animal y el cansancio del personal por sobrecarga de funciones (Romero y Sánchez, 2017).

1.2.8. Presencia de contusiones en la canal como indicador de bienestar animal

En la actualidad existe preocupación de la ciudadanía por la calidad de la carne para consumo humano, como del trato que reciben los animales de producción, sin embargo, para que estos aspectos sean óptimos existe un largo camino que recorrer desde el trato dado desde la granja de procedencia, el transporte hasta la planta procesadora de carne, su sacrificio y finalmente el destino dado a las canales; en este recorrido pueden ocurrir problemas de manejo, que generan estrés, fracturas, y principalmente contusiones en los animales, las cuales por tratarse del resultado de golpes causan sentimientos desagradables, como el dolor mientras están vivos y después del sacrificio, estas contusiones ocasionan pérdidas económicas considerables en las canales, al ser retiradas las partes afectadas, dependiendo la gravedad de la lesión (Santos, 2009). Por definición, una contusión es una lesión traumática con ruptura de los vasos sanguíneos y la acumulación de sangre y suero (Hoffman et al. 1998); sin embargo, los traumatismos producidos no serán visibles en el animal vivo debido al espesor de la piel por lo que sólo serán detectables una vez sacrificados, siendo visibles hasta la canal (Strappini *et al.*, 2009).

La severidad de estas lesiones puede variar por distribución, número, extensión, grado, color y forma, de acuerdo al tipo de capa capilar y al espesor de la piel (Strappini, *et al.*, 2011).

La presencia de canales con contusiones es un limitante de calidad para exportación, pues revela un manejo inadecuado en el bovino, así como malas instalaciones (Sepúlveda *et al.,* 2007; Strappini *et al.,* 2012), situación que lo convierte en un importante indicador indirecto de bienestar animal (Crosi *et al.,* 2015), debido a que estas lesiones son causadas por un golpe mecánico en los tejidos del animal, por lo tanto, provoca dolor e hinchazón en el área involucrada (Hoffman *et al.,* 1998; Strappini *et al.,* 2012).

1.2.9. Factores de riesgo en la presencia de contusiones

La sucesión de eventos que sufren los animales previos al sacrificio una vez que se ha decidido su sacrificio, incluyen las prácticas y manejo aplicado al ganado durante el periodo de embarque, transporte desde la granja hasta el establecimiento de sacrificio, estadía en los corrales de rastro y finalmente hasta el cajón de aturdimiento (Ferguson y Warren, 2008). Estas condiciones favorecen la presencia de contusiones en las que influyen factores intrínsecos y extrínsecos (Strappini *et al.*, 2009).

1.2.10. Factores intrínsecos

Wythes *et al.* (1985) encontró que la presencia de cuernos, sexo, raza pueden ser factores importantes de contusiones. Los bovinos *Bos indicus* son más vulnerables a sufrir lesiones que *Bos Taurus*, por ser más susceptibles al estrés (Gallo, 2012). Como se muestra en el trabajo de Mendonça *et al.* (2016) donde el mayor número de contusiones se presentó en la raza cebú, que en las canales taurinas.

Los cuernos son causa de un alto porcentaje de contusiones en el lomo; además las lesiones profundas, que atraviesan la piel y afectan los músculos, suelen ser causadas por animales con cuernos (Grandin, 2000). En el trabajo de Civieira *et al.* (2006) se encontró que la aparición de lesiones en las canales fue influenciada

por la presencia de animales con cuernos en lotes; de modo que los lotes con cebú y animales con cuernos tenían una mayor prevalencia de contusiones, situación similar al estudio realizado por Mendonça *et al.* (2016), donde los lotes con cuernos registraron mayor cantidad de contusiones, en comparación con lotes de animales sin cuernos.

El peso corporal es otro factor importante, ya que tiene un efecto sobre la aparición de contusiones pues los animales con menor peso vivo (350 kg) tienen porcentajes de lesiones más altos ($p<0.004$) que los animales con masa corporal promedio; de modo que los animales sin grasa subcutánea y los animales con capas de grasa subcutánea más gruesas, mostraron mayores niveles de contusiones ($p<0.05$) que los animales con puntuaciones de grasa intermedia (Hoffman y Lühl, 2012).

Con respecto al sexo del ganado, Romero *et al.* (2013) indica que los machos mostraron una mayor prevalencia de contusiones en comparación con las hembras (41.2% vs 26.5%); siendo los toros jóvenes y toros adultos quienes presentaron porcentajes más altos; el autor refiere esto al hecho de la mezcla social que se produce en la estabulación previa al sacrificio, factor que aumenta la agresividad y la probabilidad de sufrir lesiones.

1.2.11. Factores extrínsecos

La etapa del pre-sacrificio involucra un manejo extra que envuelve puntos críticos como son la carga de los animales en los corrales de engorda, transporte de los corrales hasta el rastro, la descarga de los animales en rastro. El factor humano es el factor extrínseco que más contribuye en la aparición de contusiones en cualquier etapa de pre-sacrificio, debido al uso desmedido de materiales (Maderos, bastones eléctricos, entre otras) para obligar al ganado a avanzar (Crosi *et al.,* 2015); además los animales están sujetos a demandas físicas adicionales por un mayor manejo, y durante el transporte se incrementa el nivel de estrés cuando el espacio disponible es insuficiente (se recomienda un máximo de 360 kg/m² para el ganado adulto), pues las densidades arriba de 400 kg/m² son consideradas altas

y hacen al ganado vulnerable de sufrir caídas, además impide el libre comportamiento del animal y por ello deben permanecer de pie durante el viaje, la gran mayoría son transportados en camiones que circulan por carreteras pavimentadas en buenas condiciones, sin embargo existe también el uso de carreteras pavimentadas en mal estado, así como carreteras de terracería, situación que aumenta el riesgo de contusiones (Ferguson y Warner, 2008; Gallo y Tadich, 2008). Además, los viajes superiores a 12, 24 y 26 h, se le es atribuido una mayor presencia de contusiones, y lo que concierne a las paradas de los vehículos en el viaje, son también un factor importante en la presencia de contusiones (Romero y Miranda-de la Lama, 2015). El embarque de los animales y el desembarque en los rastros, son etapas que pueden ser aún más estresantes que el transporte mismo; por ello este debe realizarse sin tardanza y sin dificultades (Miranda-de la Lama, 2013; Miranda-de la Lama, 2014).

Otro factor importante es la procedencia del ganado, si estos se han ~~sido~~ transportado~~s~~ directamente del corral de engorda al rastro o si llegan a rastro de un mercado de subasta. Weeks et al. (2002), encontró que los animales que pasaron por el mercado de subasta obtuvieron un 71% de contusiones comparado a 53.7% de animales que procedían directamente de los corrales de engorda. Sin embargo, Strappini *et al.* (2011) no encontró diferencias significativas entre estas, y ambas procedencias tienen un alto porcentaje de prevalencia en contusiones. Mientras que en el trabajo de Vimiso y Muchenje, (2013) encontró una relación positiva con la presencia de contusiones el ganado de las granjas, ya que estos animales se transportaron a distancias más largas en comparación con el ganado de los mercados de subastas ($P < 0.05$). El manejo dentro de la planta de sacrificio es otro factor de riesgo de contusiones, estas pueden ser causadas en la descarga o durante la estabulación en los corrales de espera (Strappini *et al.*, 2011).

1.2.12. Caracterización de contusiones en la canal de bovino

La importante relación que tiene la calidad de carne con la presencia de contusiones, hace indispensable la necesidad de caracterizar de acuerdo con la

gravedad de las lesiones en la línea de sacrificio las contusiones (Strappini *et al.,* 2011). Las características de las contusiones tienen una variación amplia (localización anatómica, severidad y forma, color) por lo cual pueden brindar información de alto valor para la determinación de la causa de la lesión (Hoffman & Lühl, 2012), por tanto, estudiar las características que presentan las lesiones es una información vital si se quiere conocer la causa y origen de este indicador de bienestar animal.

1.2.13. Sistemas de clasificación de las contusiones en las canales de bovino

En la literatura científica, se encuentran diversos sistemas de puntuación o clasificación, entre los más utilizados se encuentran el sistema de clasificación australiano (Anderson, 1978), el método nacional de tipificación de canales de la República de Chile (INN, 2012). Cabe mencionar que en varios estudios científicos (Romero, 2013; Huertas et al., 2015;), manejan un protocolo de evaluación *post-mortem* que se basa en combinaciones del sistema australiano y chileno para diferentes características, como el tamaño o la forma de la lesión.

El sistema de clasificación australiano (Anderson, 1978), mide la severidad de las contusiones de la canal, clasificando en tres categorías básicas, acorde al área afectada en ligeras (2 a 8 cm), moderadas (8 a 16 cm) y severas (≥ 16 cm),
Crosi *et al.,* (2015), dividió la canal en diferentes zonas y utilizó una clasificación de contusiones según la profundidad de los tejidos afectados en:

Contusiones grado 1: Superficial. Interesa únicamente tejidos subcutáneos. La lesión no afecta al tejido muscular subyacente. Puede presentar un sangrado mínimo; Contusiones grado 2: Medio. Involucra planos musculares intermedios, con evidencia de hemorragia importante y Contusiones grado 3: Profundo. Gran pérdida de tejido muscular. Interesa a su vez al tejido óseo, el cual puede presentar lesiones como fracturas y según el área de la lesión: A1) hasta 18 cm de diámetro (aprox. 254 cm^2).

1.2.14. Localización anatómica de contusiones

Con el objetivo de poder ubicar las potenciales pérdidas económicas que provocan las lesiones en la canal, esta es dividida por regiones y con ello se logra valorar la pérdida que se efectúa sobre los diversos cortes comerciales (Rebagliati *et al.,* 2008).

Diversos autores han dividido las canales dependiendo los cortes de mayor valor e interés en el país de procedencia, en el estudio de Huertas *et al.* (2015), donde se evaluó las áreas de nalga, lomo, costilla y hombro, encontraron que el área de la nalga presentaba más contusiones, además de presentar lesiones más profundas en comparación a las áreas restantes del estudio, esto fue atribuido a las puertas de los transportes que pueden caer sobre la espalda del ganado al momento de la descarga, y debido a la falta de capacitación al personal. Además, es la región con los cortes de carne más valiosos desde el punto de vista económico.

Otro estudió en Chile, Strappini *et al.* (2011), utilizó los sitios anatómicos acuerdo con el Australian Carcass Bruise Scoring System (ACBSS; Anderson and Horder, 1979) y el sistema Chileno (INN, 2002), utilizando la localización anatómica que muestra la Figura 2.

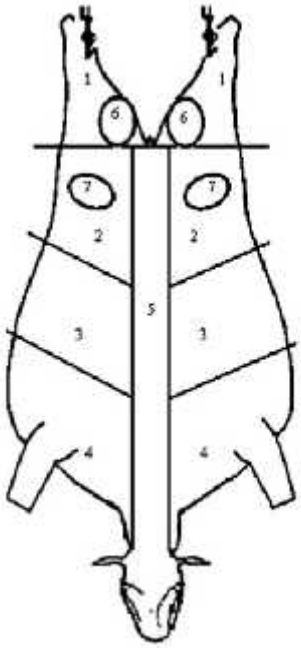

Figura 2. Los números indican la localización (áreas) de las contusiones en la canal, siendo 1, nalga; 2, lomo de la grupa; 3, costillas; 4, cuarto delantero; 5, espalda; 6, punta de la cadera y 7, cadera.

1.2.15. Impacto económico de contusiones en la canal

Las pérdidas económicas debido a lesiones en la canal son un problema central en la cadena cárnica y anualmente ha sido estimada en varios millones de dólares, donde los más afectados son los productores (Huertas *et al.*, 2015). En este sentido, algunas cuantificaciones económicas convertidas a moneda nacional (México), observaron una pérdida de 450 pesos por animal por concepto de contusiones, de igual manera Figueroa y Pérez-Linares (2015) con 1,001 pesos, Gallo (2015) en Chile con 599 pesos, Huertas en 2009 con 544, todos estos costos son por canal afectada por contusiones. Calculando por el número de animales sacrificados en cada país y el porcentaje de frecuencia, la industria de la carne en Chile perdió 1.17 millones de dólares debido a las canales lastimadas, considerando que alrededor de 950,000 animales fueron sacrificados, por otra parte, en 1992 las contusiones en el ganado bovino costaron a la industria de la carne estadounidense una pérdida de 22 millones de dólares (Grandin, 2000). Cabe destacar que las pérdidas económicas se exacerban porque la porción

lesionada de la canal más frecuentemente es también la región de la canal con mayor valor económico por unidad de peso, la costilla y el lomo (15.00 y 21.69 dólares / kg respectivamente (Youngers et al., 2017). Por lo que es necesario mencionar que la cantidad pérdida por canal puede ser un indicativo de la severidad, profundidad y extensión de la lesión, a mayor daño, mayor pérdida.

1.2.16. Definición de revisión sistemática

Las revisiones sistemáticas son un tipo de síntesis de investigación que utiliza una pregunta de investigación clara, concreta y bien definida y métodos sistemáticos, explícitos y reproducibles para identificar, seleccionar y evaluar críticamente todos los estudios relevantes publicados y no publicados, para recopilar y analizar datos de los estudios incluidos en la revisión (Cook *et al.,* 1997).

De modo que las características que definen a una revisión sistemática son las síntesis y análisis de la información con un enfoque práctico; se basan en la mejor evidencia científica disponible; formulan preguntas claramente definidas, y utilizan métodos sistemáticos y explícitos para identificar y seleccionar estudios, evaluar éstos críticamente, extraer los datos de interés y analizarlos. Las revisiones sistemáticas deben ser rigurosas, en cuanto a los estudios incluidos (con criterios de calidad, etc.); informativas, esto es, enfocadas hacia problemas reales, tratando de contestar la pregunta de investigación claramente delimitada o específica, e idealmente analizando y presentando los datos de la forma que mejor ayude a la toma de decisiones exhaustivas: su objetivo es identificar y utilizar la mayor cantidad posible de información pertinente, sin introducir sesgos (de publicación, de selección, entre otros.), y explícitas, todos los métodos utilizados en la revisión deben describirse con suficiente detalle (Gisberta y Bonfillc, 2004).

Las revisiones sistemáticas se dividen en dos tipos, las revisiones sistemáticas cualitativas que presentan la evidencia en forma descriptiva, sin realizar análisis estadístico, y las revisiones cuantitativas o metaanálisis en la cual se hace uso de

técnicas estadísticas, donde se combinan cuantitativamente los resultados en un solo estimador puntual (Letelier *et al.,* 2005).

1.2.17. Etapas de la revisión sistemática

Una revisión sistemática sigue las etapas de definición de la pregunta de interés o de investigación y los criterios de inclusión y exclusión de los estudios, la localización y selección de los estudios relevantes, extracción de datos de los estudios primarios, análisis y presentación de los resultados e interpretación de los resultados (González *et al.,* 2011).

1.2.18. Importancia de las revisiones sistemáticas

Las revisiones sistemáticas tienen una gran importancia debido a la diferencias que tiene con las revisiones narrativas, ya que las segundas mencionadas son producidas por autoridades o expertos en la materia y tienen serias limitaciones que cuestionan sus resultados y las conclusiones que de ellas se derivan, ya que son dependientes de la subjetividad del revisor y en las que no se suele definir los métodos de búsqueda y selección de las fuentes, así como la incapacidad de los autores para identificar todos los ensayos clínicos relevantes existentes, que resultan así en un material sesgado (sesgos de publicación y de selección). ·Su calidad variable, por una baja o desigual calidad de los estudios originales incluidos, y la falta de sistematización, al no existir un protocolo previo donde se establezcan de forma precisa los pasos que se han de seguir en la revisión y la falta de transparencia en los criterios (Bonfill y Schapira, 2010).

Las revisiones sistemáticas tienen la gran importancia de sintetizar la información respecto de una pregunta de investigación específica que le permitirá al investigador resolver sus dudas en forma eficiente; Otra de las ventajas de las revisiones sistemáticas es el planteamiento de nuevas hipótesis para futuros estudios, junto con la detección de áreas en que la evidencia científica es escasa. Además, que permite cuantificar la magnitud del sesgo de publicación (Letelier *et al.,* 2005).

1.2.19. Ventajas y limitaciones de las revisiones sistemáticas

Su principal ventaja es la síntesis de información respecto de una pregunta de investigación específica que permitirá al investigador resolver sus dudas en forma eficiente, además, otra de las ventajas es el planteamiento de nuevas hipótesis para futuros estudios, junto con la detección de áreas en que la evidencia científica es escasa, y permite cuantificar la magnitud del sesgo de publicación (Letelier *et al.,* 2005). Una revisión sistemática bien hecha es considerada el primer nivel de la pirámide de los niveles de evidencia (Letelier, 2003).

Las desventajas están en el diseño, ya que son estudios retrospectivos por lo cual están sujetas a sesgo en las diversas etapas del proceso: búsqueda, selección, análisis y síntesis de la información. Situación por la cual es fundamental que los autores de una revisión sistemática tomen todas las precauciones necesarias para evitar que esto ocurra; además la realización de revisiones sistemáticas está limitada por la cantidad y calidad de los estudios previamente realizados; el proceso de una revisión sistemática es largo y arduo, requiere tiempo y dedicación, sin embargo, es menos costoso que otro tipo de estudios y con un mayor nivel de impacto (Letelier *et al.,* 2005).

CAPÍTULO 2. REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LOS FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS A LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS CONTUSIONES EN CANALES BOVINAS EN AMÉRICA

2.1. RESUMEN

Varios factores de riesgo aumentan la prevalencia de contusiones en la canal bovina, no existen estudios que evalúen sistemáticamente la asociación entre estos factores y las características de las contusiones en estudios de las Américas. Por lo tanto, se realizó una revisión sistemática para resumir objetiva y críticamente cuáles son las principales causas extrínsecas e intrínsecas asociadas con las características de las contusiones. Se incluyeron 25 estudios con 353,360 canales bovinas. Hubo una gran heterogeneidad en la forma en que los autores evaluaron e informaron las características de las contusiones. La severidad, el sitio anatómico y el tamaño se informaron con frecuencia, mientras que la edad y la forma apenas se evaluaron. Las contusiones afectaron sobre todo el cuarto trasero. Las contusiones de tamaño pequeño con la severidad más baja fueron altamente prevalentes. Los estudios informaron 61 posibles evaluaciones de las características de las contusiones y los factores de riesgo, de los cuales el 69% evaluó los factores extrínsecos. Sin embargo, 38/61 carecía de un análisis estadístico y solo 15/61 asociaciones fueron significativas. Estos resultados enfatizan la necesidad de mejorar la calidad metodológica de los estudios enfocados en evaluar la relación estadística entre los factores de riesgo y las características de las contusiones.

Palabras claves: Contusión, Bienestar animal, Planta de sacrificio, Factores de riesgo, Bovino.

2.2. ABSTRACT

Although several risk factors increase the incidence of bovine carcass bruising, no study has systematically examined the association between these factors and the bruises' characteristics in studies from the Americas. Thus, we conducted a systematic review to objectively and critically summarize which are the main extrinsic and intrinsic causes associated with the bruises' characteristics. We included 25 studies involving 353,360 bovine carcasses. There was high heterogeneity in the form in which authors assessed and reported the bruises' characteristics. Severity, anatomical site, and size were frequently reported, whereas age and shape were scarcely assessed. Bruises affected mostly the hindquarter. Small-sized bruises scored with the lowest severity were highly prevalent. The studies reported 61 potential assessment of bruises' characteristics and risk factors, of which 69% evaluated extrinsic causes. However, 38/61 lacked a statistical analysis and only 15/61 associations were significant. These results emphasize the need for studies of improved methodological quality focused on assessing the statistical relationship between risk factors and the bruises' characteristics.

Keywords: Carcass bruising, Animal welfare, Slaughterhouse, Risk factor, bovine.

2.3. INTRODUCCIÓN

Existen diversos factores de riesgo conocidos por su capacidad para aumentar la incidencia de contusiones en la canal. Entre las causas extrínsecas, la mala calidad de las instalaciones de producción (Ferguson y Warner, 2008), las condiciones de las carreteras y los largos viajes aumentan las contusiones debido a una mayor incidencia de caídas y lesiones por impacto (Tarrant *et al.*, 1992; Miranda-de la Lama *et al.,* 2014). Asimismo, las contusiones son frecuentes en el ganado vendido a través de los mercados de subastas en comparación con los transportados directamente desde las granjas al matadero (Gregory, 2008a). Con respecto a los factores de riesgo intrínsecos, la presencia de cuernos (Ramsay *et al.,* 1976), factores de los animales (Mpakama *et al.,* 2014) y el temperamento de los animales (Fordyce *et al.,*1988) puede determinar la prevalencia y severidad de las contusiones.

Las características de las contusiones, como la forma, la edad y el sitio anatómico, permiten deducir cuándo ocurrieron las contusiones y el mecanismo que las causó (Grandin, 2017). Igualmente, la severidad y el tamaño de las contusiones en las canales de bovinos están relacionados con importantes pérdidas económicas debido a los decomisos de los productos afectados (Ferguson y Warner, 2008); especialmente cuando las contusiones afectan las áreas anatómicas de la canal con mayor valor económico. En consecuencia, las contusiones son una carga económica importante en todo el mundo (Schwartzkopf-Genswein *et al.,* 2012); particularmente en los países en desarrollo, donde las condiciones adecuadas de bienestar animal son deficientes.

Aun cuando existen estudios que han revisado los factores de riesgo de contusiones en la canal (Njisane y Muchenje, 2017; Paranhos da Costa *et al.,* 2012), estos estudios, carecen de análisis de la asociación particular entre los factores intrínsecos o extrínsecos y las características de las contusiones para evaluar, por ejemplo: ¿Cuáles son los factores de riesgo relacionados con las contusiones graves o de gran tamaño? Por lo tanto, comprender esta relación es

fundamental para identificar etapas y condiciones con mayor riesgo de causar características específicas de las contusiones durante el proceso previo al sacrificio (Losada-Espinosa *et al.,* 2018).

A pesar de que el bienestar animal ha mejorado a nivel mundial (Wigham *et al.,* 2018), en regiones geográficas como las Américas, que se caracteriza por una alta producción y exportación de ganado de carne (Gallo y Huertas, 2016), la aparición de contusiones en las canales sigue siendo muy alta, en parte debido a una respuesta pobre y heterogénea de la industria ganadera regional (Paranhos da Costa *et al.,* 2012). En ese aspecto, Sánchez-Pérez *et al.* (2019) realizó un metaanálisis y encontró una prevalencia regional del 63% en 38 estudios de ocho países. Los resultados también demostraron una prevalencia entre 40.5 y 92.5% a nivel nacional. Además, en Brasil, Chile y los EE. UU., los estudios individuales mostraron un patrón altamente heterogéneo, ya que la prevalencia osciló entre el 9.8 y el 98% (Sánchez-Pérez *et al.,* 2019). Por lo tanto, los países de esta región experimentan una transición comprometida hacia un mayor bienestar animal como importantes pérdidas económicas debido a las contusiones de la canal. En consecuencia, para ayudar a conocer esta situación, se realizó una revisión sistemática para resumir de manera objetiva y crítica las investigaciones más relevantes de las Américas para abordar la pregunta: ¿Cuáles son los principales factores de riesgo asociados con las características de las contusiones producidas durante las etapas previas al sacrificio del ganado?

El estudio se centró particularmente en resumir y clasificar las posibles asociaciones entre los factores de riesgo y las características de las contusiones para analizar los resultados estadísticos que respaldan esta evidencia. Esta información proporciona evidencia científica para mejorar el bienestar animal y reducir las pérdidas de producción debido a las contusiones.

2.4. METODOLOGÍA

2.4.1 Pregunta de investigación

Se desarrolló un protocolo por tres de los revisores (BJFL, DD y HDR) está disponible en: https://osf.io/pwutm/?view_only: 9f5324eed0334ae 0a71ee27c4f449111) en el sitio web de Open Science Framework. El protocolo se desarrolló a priori después de la declaración PRISMA-P (Moher *et al.,* 2015). Esta revisión sistemática se realizó de acuerdo con las directrices Cochrane (Higgins y Green, 2011) y se informó de acuerdo con la declaración PRISMA (Liberati *et al.,* 2009).

2.4.2. Criterios de elegibilidad

Los criterios de inclusión fueron definidos por BJFL, DD y HDR. La población fue definida como canales de bovinos de cualquier edad, sexo y raza. El factor de estudio fue la presencia de contusiones causadas durante las etapas previas al sacrificio. La definición de caso de una contusión se consideró una lesión traumática de tamaño, forma y gravedad variable causada por cualquier fuerza mecánica durante la etapa previa al sacrificio y que se caracterizó por la presencia de vasos sanguíneos rotos, inflamación y acumulación de sangre y suero en cualquier sitio anatómico dentro de la canal (Hoffman, 1998).

Los resultados primarios incluidos en este estudio fueron las características de las contusiones: 1) tamaño, la extensión que cubre una contusión dentro de la canal medido en cm; 2) gravedad, el grado de afección causada por la lesión en las canales de acuerdo con el tejido dañado (tejido subcutáneo, tejido y músculo subcutáneo, y tejido, músculo y tejido, óseo); 3) la forma, el patrón o la forma de una contusión (circular, vía de tren, moteada, lineal e irregular); 4) edad, la edad de la contusión definida de acuerdo con una escala colorimétrica subjetiva (reciente, de color rojo; contusión vieja, de color rojo oscuro; y muy antigua, de color amarillo); y 5) sitio anatómico, la ubicación de las contusiones dentro de la canal (trasero, grupa-lomo, costilla, cuarto delantero, espalda, punta de la cadera, cadera, y otras áreas). Además, incluimos la cantidad de carne recortada debido

al decomiso (el peso de las partes de corte debido a las contusiones medidos en kilogramo (kg), que puede considerarse como una consecuencia de la gravedad y el tamaño de las contusiones dentro de las canales.

Con respecto a los resultados, hubo tres criterios de inclusión principales que debe cumplir un estudio para incluirse en esta revisión: 1) el estudio debe incluir al menos una característica de las contusiones (tamaño, gravedad, forma, color y sitio anatómico), 2) el estudio debe informar la prevalencia de cada característica o los números o proporciones actuales a partir de los cuales se podría estimar la prevalencia, y 3) el estudio debe incluir al menos un factor de riesgo, ya sea intrínseco (presencia de cuernos, raza, sexo, cobertura de grasa, temperamento / comportamiento del animal y peso corporal), extrínseco (tipo de vehículo, distancia recorrida, tiempo de transporte, tiempo de estabulación, manejo, uso de dispositivos para mover el ganado, temporada del año y densidad de carga) o mezcla de estos.

Se incluyeron los siguientes tipos de estudios primarios: estudios transversales, retrospectivos, encuestas, estudios de casos o ensayos experimentales. Para garantizar la adecuación metodológica y el rigor entre los estudios, solo se incluyeron en la investigación los estudios primarios publicados como artículos revisados por pares (van Driel *et al.,* 2009); por lo tanto, la literatura gris y los resultados no publicados se evitaron a pesar del posible aumento del sesgo de publicación (Toews, 2017). La restricción de idioma incluyó solo estudios publicados en inglés, portugués o español, mientras que los años considerados fueron desde 1980 hasta abril de 2019. Para esta revisión sistemática, solo se consideraron estudios de las Américas.

2.4.3. Fuentes de información y estrategia de búsqueda

Para buscar literatura relevante y realizar una búsqueda más completa en la literatura de medicina veterinaria (Toews, 2017), se realizaron búsquedas en las siguientes bases de datos electrónicas: Scopus, PubMed, ScienceDirect, Virtual

Health Library, CAB resúmenes, Web of Science y Redalyc. Dos revisores independientes (BJFL y DD) realizaron la búsqueda en la base de datos electrónica del 5 al 12 de abril de 2019. Las búsquedas manuales también se incluyeron en la búsqueda. En caso de no estar disponibles los artículos de texto completo o para verificar si faltan datos, no se estableció contacto con los autores.

Dos revisores (BJFL y HDR) definieron los términos de búsqueda finales de una variedad de sinónimos y términos basados en pruebas piloto de cada término y seleccionando solo aquellos que proporcionaron resultados más precisos. Los términos incluían los siguientes: Población, (bovine OR cattle); Factor de studio, (bruises OR bruising OR bruised); y variables (characteristics OR traits OR size OR severity OR score OR color OR removed meat). Además, para realizar una búsqueda exhaustiva, también se incluyeron los términos de los factores de riesgo (risk factor OR horns OR sex OR fat cover OR handling OR lairage OR transport OR time OR stocking density).

Debido a que seleccionamos los estudios finales utilizando un enfoque sistemático, la búsqueda inicial de estudios no fue inicialmente en las Américas, por lo tanto, no utilizamos restricciones regionales en los comandos de búsqueda. Los operadores booleanos (AND, OR, NOT) se incluyeron dentro del comando de búsqueda y los términos de búsqueda se buscaron exclusivamente en el título, resumen y palabras clave. También se utilizaron comodines (* y ?) Y filtros como idioma y tipo de publicación para definir las búsquedas. El cuadro 2, muestra los comandos de búsqueda completos realizados por BJFL en todas las bases de datos.

Cuadro 2. Métodos de búsqueda: estrategia de búsqueda detallada.

Base de datos	Variables	Comando de búsqueda	Registros
PubMed	Características de las contusiones	(((((bovine[Title/Abstract]) OR cattle[Title/Abstract])) AND (((bruising[Title/Abstract]) OR bruises[Title/Abstract]) OR bruised[Title/Abstract]))) AND (((((((characteristics[Title/Abstract]) OR traits[Title/Abstract]) OR severity[Title/Abstract]) OR color[Title/Abstract]) OR removed meat[Title/Abstract]) OR score[Title/Abstract]) OR size[Title/Abstract])	34
	Factores de riesgo	(((((bovine[Title/Abstract]) OR cattle[Title/Abstract])) AND (((bruising[Title/Abstract]) OR bruises[Title/Abstract]) OR bruised[Title/Abstract]))) AND ((((((((risk factor[Title/Abstract]) OR horns[Title/Abstract]) OR sex[Title/Abstract]) OR fat cover[Title/Abstract]) OR handling[Title/Abstract]) OR transport[Title/Abstract]) OR time[Title/Abstract]) OR stocking density[Title/Abstract])	46

Scopus	Características de las contusiones	(TITLE-ABS-KEY (bovine OR cattle) AND TITLE-ABS-KEY (bruise* OR bruising) AND TITLE-ABS-KEY (characteristics OR traits OR severity OR color OR removed AND meat OR score OR size))	35
	Factores de riesgo	(TITLE-ABS-KEY (bovine OR cattle) AND TITLE-ABS-KEY (bruise* OR bruising) AND TITLE-ABS-KEY (“risk factor” OR horns OR handling OR transport OR time OR "stocking density"))	116
ScienceDirect	Características de las contusiones	(bovine OR cattle) AND (bruises OR bruising) AND (characteristics OR color OR severity)	8
	Factores de riesgo	(bovine OR cattle) AND (bruises OR bruising) AND ("risk factor" OR handling OR horns OR transport OR "stocking density")	21
Virtual Health Library	Características de las contusiones	tw:(bovine OR cattle)) AND (tw:(bruise* OR bruising)) AND (tw:(characteristics OR severity OR size OR removed meat OR traits OR color OR score))	65
	Factores de riesgo	(tw:(bovine OR cattle)) AND (tw:(bruise* OR bruising)) AND (tw:(risk factor OR horns OR handling OR "stocking density" OR transport))	18

Redalyc	Características de las contusiones	(bovine OR cattle) AND (bruises OR bruising) AND (characteristics OR color OR severity)	13
	Factores de riesgo	(bovine OR cattle) AND (bruises OR bruising) AND (risk factor OR handling OR horns OR transport OR stocking density)	13
Web Of Science	Características de las contusiones	SUBJECT: (bovine OR cattle) AND SUBJECT: (bruises OR bruising) AND SUBJECT: (characteristics OR traits OR size OR severity OR score OR color OR "removed meat")	72
	Factores de riesgo	SUBJECT: (bovine OR cattle) AND SUBJECT: (bruises OR bruising) AND SUBJECT: (risk factor OR horns OR sex OR fat cover OR handling OR lairage OR transport OR time OR stocking density)	99
CAB Abstract	Características de las contusiones	(bruise* OR bruising) AND (bovine OR cattle) AND (characteristics OR traits OR size OR severity OR score OR color OR "removed meat")	12
	Factores de riesgo	(bruise* OR bruising) AND (bovine OR cattle) AND ("risk factor" OR handling OR horns OR transport OR "stocking density")	8

Una vez que se completaron las búsquedas, los registros de cada base de datos se descargaron y se reunieron en un solo archivo en la nota final X9 (Thomson Reuters, EE. UU.). Luego, los duplicados se eliminaron de forma automática y manual. Un único revisor manejó la base de datos de referencia (DD).

2.4.4. Selección de estudio

Dos revisores independientes realizaron el proceso de selección y elegibilidad para minimizar el sesgo de selección (BJFL y DD). El proceso de selección se realizó primero en función del título y luego en el resumen; mientras que la selección para la elegibilidad de los ensayos finales se realizó mediante un cuestionario estandarizado basado a priori en los criterios de elegibilidad (cuadro 3). El cuestionario se probó en un 5% de los estudios seleccionados al azar de la base de datos. Los desacuerdos no resueltos por consenso fueron resueltos por otro revisor (DZVV), que arbitró la decisión final en 19 registros durante el proceso de elegibilidad: población definida, 8 estudios; estudios duplicados / uso de datos, 6; Falta de factores de riesgo, 3 estudios; y características del estudio, 2 estudios. Después del proceso de elegibilidad, se utilizó la estadística Kappa de Cohen para evaluar la tasa de acuerdo general entre los revisores. Antes de la corrección de la discrepancia, se encontró el siguiente valor kappa: 0.64 (T = 6.251, p = 0.000).

Cuadro 3. Hoja de extracción para la elegibilidad de los estudios

Estudio (Autor, año): _____	Revisorr:_____

Criterios	**SI**	**NO**	**NO CLARO**
Población			
1. El estudio incluye la población definida y el factor de estudio.			
1.1 ¿El estudio incluye canales bovinas?			
1.2 ¿El estudio incluye la presencia de contusiones en las canales?			

Variables (el estudio debe incluir al menos una variable)			
2 ¿El estudio incluye alguna característica de las contusiones?			
2.1 ¿Incluye edad de contusiones?			
2.1.1 ¿Describe un método de evaluación para la edad de las contusiones?			
2.1.2 ¿Presenta el número total de prevalencia de contusiones por categoría de edad?			
2.2 ¿Incluye los sitios anatómicos de contusiones dentro de la canal?			
2.2.1 ¿Describe el método utilizado para evaluar el sitio anatómico?			
2.2.2 ¿Presenta el número total o prevalencia de contusiones en los sitios anatómicos?			
2.3 ¿Incluye la cantidad de carne removida en la canal?			
2.3.1 ¿Incluye la cantidad total de carne removida reportada en el estudio?			
2.3.2 ¿Presenta el valor medio (± ¿DE, n) de la media removida por animal?			
2.4 ¿Incluye la severidad de las contusiones en la canal?			
2.4.1 ¿Describe la escala utilizada para evaluar la gravedad de las contusiones?			
2.4.2 ¿Presenta el número total o la prevalencia de contusiones por cada categoría de gravedad?			
2.5 ¿Incluye las formas de las contusiones en la canal?			
2.5.1 ¿Describe la escala utilizada para evaluar las formas de las contusiones?			
2.5.2 ¿Presenta el número total o la prevalencia de cada categoría de forma?			
2.6 ¿Incluye el tamaño de contusiones en la canal?			

2.6.1 ¿Describe la escala utilizada para clasificar el tamaño de las contusiones?			
2.6.2 ¿Presenta el número total o la prevalencia de contusiones por cada categoría de tamaño?			
2.6.3 ¿Presenta el valor medio (± ¿DE, n) del tamaño de las contusiones?			
3 ¿El estudio incluye algún factor de riesgo de contusiones en la canal?			
3.1 ¿Evalúa factores intrínsecos (presencia de cuernos, raza, sexo, edad, cobertura de grasa o temperamento)?			
3.2 ¿Evalúa factores extrínsecos (prácticas de manejo, condiciones de transporte, instalaciones del matadero, tiempo de almacenamiento, densidad de población o procedencia del animal)?			
Diseño del estudio			
4. ¿La investigación es un estudio primario publicado como texto completo revisado por pares?			
4.1 ¿La investigación presenta un estudio experimental?			
4.2 ¿La investigación presenta un estudio transversal?			
4.3 ¿La investigación presenta una encuesta o estudio retrospectivo?			
4.4 ¿La investigación presenta un caso de estudio?			
4.5 ¿La investigación se publica en inglés, español o portugués?			

☐ Se incluye ☐ Se excluye ☐ En espera para re-revisión

2.4.5. Extracción de datos y elementos de datos

Un único revisor (BJFL) extrajo los datos de los estudios seleccionados, mientras que un segundo revisor (DZVV) confirmó y corrigió, cuando fue necesario, la información extraída de los estudios. Se utilizó un cuestionario estandarizado predefinido que se probó en una muestra aleatoria del 5% de los estudios seleccionados para la extracción de datos (Cuadro 4). Los datos extraídos se registraron en una hoja de cálculo desarrollada por BJF, que incluía un libro de códigos para garantizar el manejo adecuado de la información. Cuando los datos faltaban o no estaban disponibles, no se estableció contacto con los autores.

Cuadro 4. Hoja de extracción para datos de estudios seleccionados

Revisor:
Estudio (ID, autor, año):
Journal:
Objetivo principal:
Breve descripción metodológica:
Características generales de la prueba: Tipo de estudio: _____ ¿Dónde se realizó el estudio?: _____ En qué mes o estación: _____ Numero de grupos de estudio: _____

Si hay más de dos grupos, indique cuál se incluirá: _____ Tamaño de la muestra (n por grupo): Total_____ Grupo 1_____ Grupo 2 _____ Grupo3_____			
VARIABLES (Proporcione una breve descripción de cada variable)	**SI**	**NO**	**OBSERVACIONES**
Método para identificar contusiones en la canal			
1.1 ¿El estudio incluye una definición de caso para contusiones? En caso afirmativo, describa cuál			
1.2 ¿El estudio incluye un sistema de evaluación para contusiones? En caso afirmativo, indique qué			
Método para identificar las características de las contusiones			
2.1 ¿El estudio incluye una evaluación subjetiva u objetiva de cualquiera de las características de las contusiones?			
2.2 ¿El estudio presenta el tamaño de las contusiones?			
2.3 ¿El estudio describe el sitio anatómico de las contusiones?			
2.4 Dentro de la canal, ¿Se califica la severidad de las contusiones?			
2.5 ¿El estudio presenta la forma de las contusiones?			
2.6 ¿El estudio evalúa el color de las contusiones?			
Evaluación de factores de riesgo (factor extrínseco)			
3.1 El estudio describe cualquier práctica de manejo del ganado realizada por el personal del matadero.			
3.2 ¿El estudio incluye la densidad de población o presenta el tiempo de estabulación?			

3.3 ¿El estudio incluye el tiempo y la distancia recorrida desde la granja / mercado de subastas hasta el matadero?			
3.4 ¿El estudio describe las características de las instalaciones del matadero?			
3.5 ¿El estudio describe el tipo de vehículo o las condiciones de transporte utilizadas para transportar ganado?			
3.6 ¿El estudio describe la fuente del animal (granja o mercado de subastas)?			
Evaluación de factores de riesgo (factores intrínsecos)			
4.1 ¿El estudio incluye grupo de edad?			
4.2 ¿El estudio incluye la cobertura de grasa?			
4.3 ¿El estudio incluye la raza o el grupo genético?			
4.4 ¿El estudio incluye la presencia de cuernos?			
4.5 ¿El estudio incluye el sexo del animal?			
4.6 ¿El estudio incluye el temperamento?			

Variables binarias:

	Grupo 1		**Grupo 2**		**Grupo 3**			
Variables protocolizadas	Evento	Total	Evento	Total	Evento	Total	Valor de *P*	OBS / Numero de contusiones
Edad								
Sitio anatómico								
Severidad								

Forma								
Tamaño (categoría)								

Variables continuas:

	Grupo 1		**Grupo 2**		**Grupo 3**			
Variables protocolizadas	*n*	x ± SD	*n*	x ± SD	*n*	x ± SD	Unidad	Valor de *P*
Carne removida								
Tamaño								

Un revisor (DZVV) extrajo las características principales del estudio para construir tablas de resumen que incluyeron: 1) breve resumen del objetivo principal del estudio, 2) breve descripción metodológica, 3) diseño del estudio y país donde se realizó la investigación, 4) características de la población, 5) resultados, y 6) factores de riesgo evaluados. Los elementos de datos incluyeron variables binarias y continuas, así como información de texto libre.

2.4.6. Evaluación del riesgo de sesgo en estudios individuales

Debido a la naturaleza observacional y descriptiva de la mayoría de los estudios incluidos, el riesgo de sesgo para los estudios individuales no se evaluó como lo sugirió Higgins y Green (2011). En cambio, un solo revisor (DD) evaluó el riesgo de sesgo en los estudios individuales según si los autores informaron o no (Sí o No) los siguientes criterios: 1) Una definición de caso para una contusión, 2) Inclusión de una definición adecuada de las características de las contusiones informados en el estudio, 3) Uso de una escala estandarizada para clasificar en las canales, 4) Inclusión de una definición adecuada de los factores de riesgo para las contusiones de la canal, 5) Si es una medida de asociación entre las características de las contusiones y se proporcionó la exposición a los factores de

riesgo, 6) Si todos los resultados predefinidos en la sección de metodología se informaron a lo largo de los resultados, y 7) Si hubo coherencia entre los resultados informados y los datos presentados en la sección de metodología. El resumen de dicha evaluación nos permitió evaluar la solidez científica de los datos y el riesgo de sesgo para los estudios individuales.

2.5 RESULTADOS

2.5.1. Selección del estudio

Como se muestra en la Figura 4, se encontraron un total de 888 estudios a través de la búsqueda en la base de datos. De los registros encontrados inicialmente, Scopus y Web of Science contribuyeron con el 55.7% (324 y 171 registros, respectivamente). Los resúmenes de PubMed, Virtual Health Library, ScienceDirect, Redalyc y CAB proporcionaron cada uno 149, 130, 54, 40 y 20 registros, respectivamente. Después de la eliminación por duplicado y la selección basada en el título y el resumen, solo quedaron 95 estudios para la recuperación y evaluación de texto completo. Sin embargo, ocho estudios no estaban disponibles en texto completo; por lo tanto, solo se evaluaron 87 estudios en texto completo, de los cuales se excluyeron 64 estudios debido a: falta de resultados protocolizados, factores de riesgo o valores numéricos, 36% (23 estudios); no incluyó la población definida o no fueron estudios primarios / estudios antiguos o fueron estudios duplicados / datos reutilizados de otro estudio, 25% (16 estudios); o se realizaron fuera de las Américas, 39% (25 estudios). Una lista completa de los estudios no seleccionados y la razón principal de la exclusión se presenta en el cuadro 5. Finalmente, después de la adición de dos estudios preseleccionados, hubo 25 estudios que cumplieron con los criterios de inclusión y se incluyeron para la síntesis (Figura 4).

Cuadro 5. Estudios excluidos y los motivos principales de exclusión

ID	Estudio	Motivo principal de exclusión
1	Alam, M., et al., Veterinary Record, 2010. 167(11): p. 415-419.	Estudio no realizado en las Américas

2	Alende, M., Revista Argentina de Producción Animal, 2010. 30(1): p. 117-129.	No es un estudio primario
3	Andrade, E.N., et al., Archivos de Zootecnia, 2009. 58(222): p. 301-304.	Reutilización de datos de otro estudio
4	Andrade, E.N.d., et al., Ciênc. rural, 2008. 38(7): p. 1991-1996.	Estudio duplicado
5	Blackshaw, J., et al., Aus J of Experimental Agriculture, 1987. 27(6): p. 753-757.	Estudio no realizado en las Américas
6	Boleman, S.L., et al., J Anim Sci, 1998. 76(1): p. 96-103.	No incluye factores de riesgo
7	Braga, J.S., et al., Archives of Veterinary Science, 2014. 19(3): p. 24-35.	Carece de valores numéricos En un formato apropiado
8	Carvalho, M.T.d.M., et al., Veterinária e Zootecnia, 2017. 24(Suppl. 1): p. 95-104.	No es un estudio primario
9	Costa, L.N., et al., Veterinary Research Communications, 2006. 30: p. 379-381.	Carece de valores numéricos en formato apropiado
10	Cruz-Monterrosa, R.G., et al., Trop Anim Health Prod, 2017. 49(1): p. 145-152.	No incluye las variables protocolizadas
11	da Silva, J.L., et al., Archives of Veterinary Science, 2016. 21(3): p. 68-76.	Reutilización de datos de otro estudio
12	De Freslon, I., et al., Archivos de Medicina Veterinaria, 2014. 46(2): p. 229-237.	No incluye las variables protocolizadas
13	Eastwood, L., et al., Translational Animal Science, 2017. 1(2): p. 229-238.	No incluye factores de riesgo
14	Eldridge, G., et al., Aus J of Experimental Agriculture, 1988. 28(6): p. 695-698.	El estudio no se realizó en las Américas
15	Fordyce, G., et al., Aus J of Experimental Agriculture, 1988. 28(6): p. 689-693.	El estudio no se realizó en las Américas
16	Francisco, C.L., et al., J Anim Sci, 2015. 93(11): p. 5419-29.	Carece de valores numéricos en un formato apropiado
17	Frimpong, S., et al., Veterinary Sciences, 2014. 1(3): p. 174-191.	El estudio no se realizó en las Américas
18	Gallo, C., et al., Archivos de Medicina Veterinaria, 2000. 32(2).	Estudio duplicado
19	Gallo, C., et al., Archivos de Medicina Veterinaria, 2005. 37(2): p. 155-159.	No incluye factores de riesgo
20	Garcia, L.G., et al., J Anim Sci, 2008. 86(12): p. 3533-43.	No incluye factores de riesgo
21	Garcia, L.G., et al., Journal of Animal Science, 2008. 86(12): p. 3533-3543.	No incluye factores de riesgo
22	Grigor, P.N., *et al.,* Livestock Production Science, 2004. 91(3): p. 219-228.	Carece de valores numéricos en un formato apropiado
23	Harris, M.K., et al., Translational Animal Science, 2017. 1(4): p. 570-584.	No incluye factores de riesgo
24	Hartman, E., et al., Safety Science, 2004. 42(9): p. 807-823.	No incluye la población definida

25	Hoffman, L.C. et al., Meat Sci, 2012. 92(2): p. 115-24.	El estudio no se realizó en las Américas
26	Huertas, S.M., et al., Vet Med Sci, 2015. 1(1): p. 9-15.	No incluye factores de riesgo
27	Jaja, I.F., et al., Acta Tropica, 2018. 178: p. 303-310.	El estudio no se realizó en las Américas
28	Jarvis, A., et al., Livestock Production Science, 1995. 43(3): p. 215-224.	El estudio no se realizó en las Américas
29	Lensink, B.J., et al., Journal of Animal Science, 2001. 79(3): p. 642-652.	El estudio no se realizó en las Américas
30	Liotta, L., et al., Italian Journal of Animal Science, 2007. 6(4): p. 375-384.	El estudio no se realizó en las Américas
31	Marshall, B.L., et al., New Zealand Veterinary Journal, 1977. 25(4): p. 83-86.	No cumple con las características definidas del estudio.
32	McCausland, I., et al., Australian veterinary journal, 1982. 58(6): p. 253-255.	El estudio no se realizó en las Américas
33	McKeith, R.O., et al., J Anim Sci, 2012. 90(13): p. 5135-42.	No incluye factores de riesgo
34	McKenna, D.R., et al., J Anim Sci, 2002. 80(5): p. 1212-22.	No incluye factores de riesgo
35	McNally, P.W., et al., The Veterinary record, 1996. 138(6): p. 126-8.	El estudio no se realizó en las Américas
36	McNally, P.W. and P.D. Warriss, Veterinary Record, 1997. 140(9): p. 231-232.	El estudio no se realizó en las Américas
37	Meischke, H.R., et al., Australian veterinary journal, 1974. 50(10): p. 432-4.	No cumple con las características definidas del estudio.
38	Minka, N.S. et al., Livestock Science, 2007. 107(1): p. 91-95.	El estudio no se realizó en las Américas
39	Moreira, P.S.A., et al., Rev Bras de Saude e Producao Animal, 2014. 15(3): p. 689-695.	Carece de valores numéricos en un formato apropiado
40	Mpakama, T., et al., Asian-Australasian j of animal sciences, 2014. 27(5): p. 717-25.	El estudio no se realizó en las Américas
41	Ramsay, W.R., et al., Australian veterinary journal, 1976. 52(6): p. 285-6.	No cumple con las características definidas del estudio.
42	Rezac, D.J., et al., Journal of dairy science, 2014. 97(7): p. 4227-35.	No incluye factores de riesgo
43	Roeber, D.L., et al., J Anim Sci, 2001. 79(3): p. 658-65.	No incluye factores de riesgo
44	Romero, M.H., et al., Rev. colomb. cienc. pecu, 2012. 25(2): p. 267-275.	Reutiliza datos de otro estudio
45	Romerom, M.H., et al., Rev Colombiana de Ciencias Pecuarias, 2012. 25(2): p. 267-275.	Estudio duplicado

46	Sornas, A.S., et al., Archives of Veterinary Science, 2016. 21(3): p. 119-130.	No incluye factores de riesgo
47	Strappini, A.C., et al., Livestock Science, 2012. 145(1-3): p. 271-274.	No incluye variables protocolizadas
48	Strappini, A.C., et al., Animal, 2009. 3(5): p. 728-36.	Estudio duplicado
49	Tarrant, P., et al., Meat Science, 1988. 24(3): p. 209-222.	El estudio no se realizó en las Américas
50	Tarrant, P., et al., Livestock Production Science, 1992. 30(3): p. 223-238.	El estudio no se realizó en las Américas
51	Tarumán, J.A., et al., Open Access Libr. J, 2018. 5.	No incluye la población definida
52	Tuninetti, N., et al., InVet, 2017. 19(1).	No incluye factores de riesgo
53	Van Donkersgoed, J., et al., The Canadian veterinary journal, 2001. 42(2): p. 121-6.	No incluye factores de riesgo
54	Van Donkersgoed, J., et al., The Canadian veterinary journal, 1997. 38(4): p. 217-25.	No incluye factores de riesgo
55	Vimiso, P., et al., South African Journal of Animal Science, 2013. 43(1): p. 105-111.	El estudio no se realizó en las Américas
56	von Holleben, K., et al., Deutsche Tierarztliche Wochenschrift, 2003. 110(3): p. 93-99.	El estudio no se realizó en las Américas
57	Weeks, C.A., et al., The Veterinary record, 2002. 150(24): p. 743-8.	El estudio no se realizó en las Américas
58	Wythes, J.R., et al., Australian Journal of Agricultural Research, 1988. 39(1): p. 97-107.	El estudio no se realizó en las Américas
59	Wythes, J., et al., Aus J of Experimental Agriculture, 1985. 25(4): p. 727-733.	El estudio no se realizó en las Américas
60	Wythes, J. Et al., Aus J of Experimental Agriculture, 1991. 31(2): p. 145-152.	El estudio no se realizó en las Américas
61	Wythes, J.R., et al., Aus J of Agricultural Research, 1988. 39(1): p. 97-107.	Estudio duplicado
62	Wythes, J.R., et al., Aus J of Agricultural Research, 1989. 40(5): p. 1099-1109.	El estudio no se realizó en las Américas
63	Wythes, J.R., et al., Aus J of Agricultural Research, 1988. 39(1): p. 87-95.	El estudio no se realizó en las Américas
64	Youngers, M., et al., Kansas Agricultural Exp Station Research, 2017. 3(1): p. 12.	Reutiliza datos de otro estudio

2.5.2. Características de los estudios incluidos

Las características generales de los estudios incluidos en la revisión sistemática se resumen en el cuadro 6. Entre los 25 estudios incluidos, 68% fueron transversales (17 estudios), seguidos de cuatro estudios que tuvieron un enfoque experimental, dos estudios que realizaron una encuesta, un estudio que utilizó un enfoque retrospectivo para evaluar los factores de riesgo de contusiones en la canal y un estudio de caso. La mayoría de los estudios (84%) se realizaron en América del Sur: Brasil, 10 estudios; Chile, 5 estudios; Uruguay, 3 estudios; Colombia, 2 estudios; y Argentina, 1 estudio). Mientras que cuatro estudios se realizaron en América del Norte (EE. UU., 2; Canadá, 1; y México, 1). De los estudios, 13/25 fueron publicados en inglés; mientras que los 7 y 5 estudios restantes fueron publicados en portugués y español, respectivamente. Además, 20 de los 25 estudios fueron publicados en la última década (2010-2019).

Los estudios incluidos involucraron 353,360 canales bovinas. Con respecto a la población, solo 17/25 publicaciones informaron el sexo de los animales incluidos en el estudio: sexos mixtos, 12 estudios; solo hembras, tres estudios; Y solo para machos, dos estudios. El uso de razas europeas se informó en 8/25 estudios. En contraste, 8 de 25 estudios informaron razas mixtas o razas Bos indicus, y la raza específica de los bovinos no se informó en el 36,0% de los estudios. Asimismo, apenas se informaron la edad y el peso de la población evaluada en los estudios. El peso de los bovinos sacrificados se informó en solo ocho estudios en los que se encontró un rango entre 400-688 kg de peso corporal. Entre los seis estudios que informaron la edad de los bovinos, los valores oscilaron entre 1 y 12.5 años (cuadro 6).

Todos los estudios incluyeron al menos una característica de las contusiones y un factor de riesgo potencial. La severidad de las contusiones, su sitio anatómico dentro de las canales y su tamaño fueron las tres características más frecuentemente reportadas (19, 17 y 10 estudios, respectivamente). La edad de las contusiones y la carne removida debido al decomiso se informaron en 5 y 6 estudios cada uno, mientras que solo 3/25 estudios presentaron la forma de las

contusiones. Los factores de riesgo extrínsecos para las contusiones de la canal se evaluaron en el 64.0% de los estudios (16/25), seguidos de 3 y 6 estudios que incluyeron factores de riesgo intrínsecos y una mezcla de factores, respectivamente (Cuadro 6).

Cuadro 6. Resumen de los estudios incluidos que evalúan la contusión de la canal en bovinos

Estudio / país	Diseño del estudio / Población / Tamaño de	Objetivo / Metodología	Características de las contusiones	Factor de riesgo potencial
Andrade *et al.* (2008) / Brazil[a]	Transversal / hembra y machos de raza nelore, 2.5-6.5 años / n=121	Evaluar la influencia del transporte en la aparición de contusiones en los principales cortes comerciales / Los animales se dividieron en seis grupos de acuerdo con las condiciones de transporte, la distancia recorrida y el tiempo dedicado	Sitio anatómico, carne removida y tamaño	Condiciones de transporte, tiempo y distancia recorrida
Bertoloni *et al.* (2012) / Brazil[b]	Transveral / raza nelore / n=255	Evaluar la incidencia de contusiones en la canal debido al tipo de transporte y la distancia recorrida / Se transportaron seis grupos de ganado para dos rangos de distancia diferentes (75-130 o 180-250 km) en tres tipos diferentes de transporte (camión, remolque de una o dos plataformas)	Edad, sitio anatómico, gravedad y tamaño.	Tipo de transporte y distancia recorrida
Bethancourt-Garcia *et al.* (2019) / Brazil[c]	Transversal / Hembras y machos, 3-12 años y 451.7-467.1 kg peso corporal / n=154,100	Identificar y cuantificar los factores de riesgo de contusiones graves / se obtuvieron datos antemortem y postmortem de ganado sacrificado para evaluar la incidencia de contusiones en la canal	Severidad	Sexo, instalaciones, manejo, densidad de población, transporte y distancia recorrida
Cardoso *et al.* (2011) / Brazil	Transversal / NR / n=697	Analizar el efecto de la distancia desde las granjas hasta el matadero sobre la aparición de contusiones en las canales de bovinos e identificar su gravedad y ubicación anatómica.	Sitio anatómico y severidad	Distancia recorrida
Crosi *et al.* (2015) / Uruguay	Transversal / NR / n=1030	Evaluar y caracterizar las contusiones en el ganado sacrificado para la exportación / El ganado sacrificado en siete mataderos se examinó visualmente para encontrar contusiones y clasificarlas de acuerdo con sus características	Sitio anatómico, severidad y forma.	Sexo y edad
da Silva *et al.* (2014) / Brazil	Experiment / NR / n=320	Investigar el efecto de la distancia de transporte sobre la incidencia de hematomas / El ganado fue asignado aleatoriamente a tres grupos de distancia recorrida: 50-60, 90-110 o 140-166 km	Edad, sitio anatómico, severidad y tamaño.	Distancia recorrida

De Andrade *et al.* (2008) / Brazil	Trasnversal / Hembras y machos de raza nelore, 9.5-12.5 años / n=88	Evaluar la influencia del transporte fluvial en la incidencia de contusiones / Los animales fueron trasladados por transporte fluvial de acuerdo con tres grupos de distancia: Cond. I (137 km, 72 h); Cond. II (271 km, 74 h); y Cond. III (528 km, 49 h)	Edad, carne removida y tamaño	Distancia recorrida y tiempo
Gallo *et al.* (2001) / Chile	Experimental / Hembras y machos de raza herefore y angus, 400 kg de peso corporal / n=40	Evaluar el efecto de un período de descanso durante el transporte al matadero / Los animales fueron asignados aleatoriamente a un grupo sin descansar y transportados durante 36 h o un grupo que descansó durante 8 h después de un transporte de 24 h	Severidad	Período de descanso durante el transporte. Continuación
Gallo *et al.* (2000) / Chile	Experimento / novillos frisones machos, de 2 años y 447-438 kg de peso corporal / n = 139	Evaluar el efecto del tiempo de transporte en la frecuencia y el grado de contusiones en la canal / Los animales fueron transportados durante 3, 6, 12 o 24 h en dos estaciones del año	Severidad	Tiempo de transporte
Goldhawk *et al.* (2015) / Canada	Transversal / Vacas de carne, 688 kg de peso corporal/ n=627	Evaluar el efecto de las prácticas de manejo de transporte y manejo en las contusiones de la canal / El ganado fue transportado en diferentes tipos de transportes y estuvo expuesto a diferentes prácticas de manipulación	Severidad	Transporte y manejo
Huertas *et al.* (2010) / Uruguay	Encuesta / Ganado Hereford y Angus macho y hembra / n = 15,168	Evaluar las condiciones durante el transporte y sus efectos en las contusiones de la canal / La presencia de contusiones y severidad se registraron en las canales de ganado expuesto a diferentes condiciones de transporte y prácticas de manejo	Severidad	Transporte y manejo
Huertas *et al.* (2018) / Uruguay	Transversal / Razas europeas, 450 kg de peso corporal/ n=8132	Evaluar las condiciones de transporte relacionadas con contusiones de la canal / Se registraron las características de las contusiones de la canal debido a diferentes condiciones de transporte y prácticas de manejo	Sitio anatómico y gravedad	Carga y descarga
Lee *et al.* (2017) / EEUU	Transversal / Machos y hembras, Holstein o razas de carne / n=9,860	Determinar los factores de riesgo relacionados que contribuyen a la aparición de contusiones de la canal / Se observaron animales durante el manejo en la etapa previa al sacrificio y se registraron y caracterizaron las contusiones	Sitio anatómico y tamaño	Sexo, tipo de tráiler, distancia y raza

Mendonça *et al.* (2016) / Brasil	Experimental / Machos y hembras de raza taurinas o cebuinas / n=2,520	Evaluar la influencia del grupo genético y la presencia de cuernos en la aparición de contusiones / contusiones se identificaron en canal de bovinos con cuernos, agrupados o mixtos de razas cebú o taurina	Sitio anatómico y carne removida	Raza y presencia de cuernos
Mendonça *et al.* (2019) / Brasil	Transversal / Machos y hembras de razas mixtas, 442-461 kg de peso corporal / n=4,611	Evaluar los factores previos a la ocurrencia de la aparición de contusiones en posiciones anatómicas específicas de la canal. Se evaluaron las canales del ganado expuesto a varios factores de riesgo para detectar la presencia de contusiones en los sitios frontal, costilla, lomo, cadera y round de la canal.	Sitio anatómico	Sexo, distancia recorrida y tiempo, tipo de vehículo, densidad de carga, manejo e instalaciones
Menezes (2018) / Brasil	Transversal / machos y hembras / n=246	Determinar el perfil de contusiones en el canal de acuerdo con el sexo y la distancia recorrida / Se examinaron las canales en busca de contusiones y se compararon entre el sexo y la distancia recorrida (<20 o> 20 km)	Sitio anatómico y carne removida	Sexo y distancia recorrida
Miranda-de la Lama *et al.* (2012) / México	Transversal / Machos de raza mixta 2-2.3 años y 405-495 kg peso corporal / n=1,236	Evaluar las prácticas de manejo y cuantificar la incidencia de contusiones / Se monitorearon las prácticas de manejo y se registró la incidencia de contusiones y sus características	Sitio anatómico, severidad y carne removida	Carga y descarga
Petroni *et al.* (2013) / Brasil	Cross-sectional / NR / n=898	Evaluar la ocurrencia y las características de las contusiones en los cadáveres / los cadáveres bovinos fueron transportados por <200, 201-400 o> 400 km y examinados para buscar contusiones	Sitio anatómico, severidad y carne removida	Distancia
Rebagliati *et al.* (2008) / Argentina	Encuesta / NR / n=17,370	Analizar los factores durante el sacrificio del ganado que causan pérdidas económicas y afectan la calidad de la carne / Se obtuvieron datos de dos mataderos para caracterizar los principales aspectos de las contusiones de la canal	Sitio anatómico, carne removida y severidad	Distancia recorrida, prácticas de manejo, instalaciones, tiempo de estabulación y procedencia del ganado.
Romero *et al.* (2011) / Colombia	Transversal / Machos y hembras de *Bos indicus* y razas cruzadas / n=2,288	Evaluar las prácticas de bienestar animal durante el pre-sacrificio y su relación con las contusiones de canales / Se evaluaron las canales para encontrar contusiones y caracterizarlos y evaluar si estos estaban asociados con la gestión y el transporte de la práctica de manejo	Sitio anatómico, severidad y tamaño.	Prácticas de manejo y condiciones de transporte.

Romero *et al.* (2013) / Colombia	Transversal / Machos y hembras Brahman, 1-3 años y 452-458 kg peso corporal / n=1,179	Investigar los factores de riesgo como posibles causas de contusiones / Se registraron datos de viajes de ganado a mataderos. Se examinaron las características de las contusiones y se asociaron con posibles factores de riesgo.	Sitio anatómico, severidad, forma y tamaño.	Procedencia del ganado, tiempo de estabulación, densidad de población, distancia de transporte, tiempo y grupo de edad.
Strappini *et al.* (2010) / Chile	Retrospectivo / NR / n=127,838	Evaluar la prevalencia de contusiones en la canal / Se examinaron datos retrospectivos de dos mataderos para determinar la prevalencia de contusiones y su gravedad de acuerdo con diferentes factores de riesgo extrínsecos e intrínsecos	Severidad	Tipo de animal, cobertura de grasa, procedencia del animal y tiempo de estabulación
Strappini *et al.* (2012) / Chile	Transversal / Ganado lechero / n= 258	Proporcione una descripción de las características de las contusiones en la canal del ganado de acuerdo con su fuente / Se examinaron los bovinos transportados directamente desde la granja o desde un mercado de ganado después de su sacrificio para encontrar contusiones y caracterizarlos	Edad, severidad, forma y tamaño.	Procedencia de los animales
Strappini *et al.* (2013) / Chile	**Transversal / Hembras frisón negras y rojas / n=52**	**Identificar el momento potencial, la causa y el lugar donde se infligieron contusiones a las vacas sacrificadas / Se observaron etapas previas y posteriores al sacrificio (carga y aturdimiento) para evaluar los posibles eventos de contusiones y sus causas**	**Edad, sitio anatómico, severidad, forma y tamaño.**	**Prácticas de manejo e instalaciones**
Youngers *et al.* (2017) / USA	Estudio de caso / Machos y hembras Holstein y ganado de carne / n=4,287	Evaluar la relación entre la prevalencia de cuernos y la prevalencia de contusiones / Se observó una gran cantidad de ganado sacrificado para evaluar la presencia y el tamaño de los cuernos entre el ganado y luego examinar su relación con las contusiones de la canal	Sitio anatómico y severidad	Presencia de cuernos

NR = No reportado en el estudio

[a] Debido a la heterogeneidad de las condiciones a las que se expuso el ganado, se presentan los resultados para el número total de animales.

[b] Los resultados informados en este estudio provienen del Experimento 2. Los autores informan un tamaño de muestra de n = 120 en resumen y metodología, aunque hay 255 animales en la sección de resultados. [c] Los autores solo consideran contusiones graves. Existe una inconsistencia en el número de canales reportados en resumen y resultado.

2.5.3. Evaluación del riesgo de sesgo

Como se resume en el Cuadro 7, la evaluación del riesgo de sesgo por estudio indicó que 18 de los 25 estudios no incluían una definición de caso para una contusión en el texto. Excepto para dos estudios, los 23 artículos restantes definieron adecuadamente las características evaluadas de las contusiones. Además, 7/25 estudios carecían del uso de un sistema estandarizado para evaluar o puntuar las contusiones en la canal bovina. Todos menos tres estudios incluyeron una definición adecuada para los factores de riesgo incluidos en el estudio. Además, en el 76% de los estudios (19/25), los autores no informaron una medida estadística de la asociación entre todas las características evaluadas de las contusiones y los factores de riesgo incluidos en sus estudios. Finalmente, 6 y 3 estudios mostraron, respectivamente, informes selectivos e inconsistencias en los resultados informados y los datos descritos en la metodología.

Cuadro 7. Evaluación del riesgo de sesgo para los estudios individuales

ID	Estudio	Carece de una definición de caso	Carece de una definición apropiada de las características de las contusiones evaluadas	Carece de un sistema estandarizado para evaluar / examinar las canales bovinas	Carece de una definición de los posibles factores de riesgo	Carece de una medida de asociación entre las características de las contusiones y los factores de riesgo	Informe selectivo de resultados	Inconsistencia en los resultados y datos reportados
1	Andrade 2008	Si	Anatómico, No; Tamaño, No; Carne removida, No	Si	No	Anatómico, Si; Tamaño, No; Carne removida, Si	Si	No
2	Bertoloni 2012	Si	Edad, Si; Tamaño, No; Severidad, No; Anatómico, Si	No	No	Edad, Si; Tamaño, No; Severidad, No; Anatómico, Si	No	Si
3	Bethancourt 2019	No	Severidad, No	No	No	Severidad, No	No	No
4	Cardoso 2011	Si	Anatómico, No; Severidad, No	No	Si	Anatómico, Si Severidad, Si	No	No
5	Crosi 2015	Si	Anatómico, No; Severidad, No; Forma, No	No	Si	Anatómico, Si; Severidad, Si; Forma, Si	Si	Si
6	daSilva 2014	Si	Anatómico, No; Severidad, No; Tamaño; No; Edad, No	No	No	Anatómico, No; Severidad, Si; Tamaño; No; Edad, Si	No	No

7	DeAndrade 2008	Si	Tamaño, No; Edad, No; y carne removida, No	No	No	Tamaño, No; Edad, No; Carne removida, Si	No	No
8	Gallo 2001	Si	Severidad, No	No	No	Severidad, Si	No	No
9	Gallo 2000	Si	Severidad, No	No	No	Severidad, Si	No	No
10	Goldhawk 2015	Si	Severidad, No	No	No	Severidad, No	Si	No
11	Huertas 2010	Si	Severidad, No	Si	No	Severidad, Si	Si	No
12	Huertas 2018	Si	Anatómica, No; Severidad, No	No	No	Anatómico, Si; Severidad, Si	No	No
13	Lee 2017	Si	Anatómico, No; Tamaño, No	No	No	Anatómica, Si; Tamaño, Si	No	No
14	Mendonça 2016	No	Anatómico, No; Carne removida, No	No	No	Anatómico No; Carne removida, No	Si	Si
15	Mendonça 2019	Si	Anatómico, No	Si	No	Anatómico, No	No	No
16	Menezes 2018	Si	Anatómico, No; Carne removida, No	Si	No	Anatómico, Si; Carne removida, Si	No	No
17	Miranda 2012	Si	Anatómico, No; Tamaño, No;	No	Yes	Anatómico, Si; Tamaño, Si;	No	No

			Severidad, No			Severidad, Si		
18	Petroni 2013	Si	Anatómico, No; Carne removida, No Severidad, No	Si	No	Anatómico, Si; Carne removida, Si Severidad, Si	No	No
19	Rebagliati 2008	No	Anatómico, No; Carne removida, No Severidad, No	Si	No	Anatómico, Si; Carne removida, Si Severidad, Si	No	No
20	Romero 2013	No	Anatómico, No; Severidad, No; Tamaño, No; Forma, No	No	No	Anatómico, Si; Severidad, Si; Tamaño, Si; Forma, Si	No	No
21	Romero 2011	Si	Anatómico, Si; Severidad, No; Tamaño, No	Si	No	Anatómico, No; Severidad, No; Tamaño, Si	No	No
22	Strappini 2010	No	Severidad, No	No	No	Severidad, Si	No	No
23	Strappini 2012	No	Severidad, No; Tamaño, No; Forma, No; and Edad, No	No	No	Severidad, No; Tamaño, No; Forma, No; Edad, No	No	No
24	Strappini 2013	No	Anatómico, No; Severidad, No; Tamaño, No; Forma, No;	No	No	Anatómico, No; Severidad, No; Tamaño, No; Forma, No;	Si	No

			Edad, No			Edad, No		
25	Youngers 2017	Si	Anatómico, No; Severidad, No	No	No	Anatómico, Si; Severidad, Si	No	No

2.5.4. Resultados de estudios que informan la edad de las contusiones

Como se resume en el cuadro 8, cinco estudios informaron la edad de las contusiones. Todos los estudios utilizaron una escala colorimétrica subjetiva para estimar la edad de las contusiones en las canales. Sin embargo, hubo una amplia variación en la forma en que los autores evaluaron e informaron la edad de las contusiones. Tres estudios (Bertoloni *et al.,* 2012; Strappini *et al.,* 2012; Strappini *et al.,* 2013) clasificaron las contusiones como frescas o viejas y encontraron una mayor prevalencia entre 57.7- 100% de contusiones recientes después de que los animales fueron transportados en una diversidad de condiciones. da Silva *et al.* (2014), por el contrario, reportaron una mayor prevalencia de contusiones viejas (62%). Finalmente, De Andrade *et al.* (2008) informaron cinco categorías de edad que oscilaron entre <1 y> 7 días y encontraron que las contusiones de 1-2 días eran más frecuentes en animales transportados por 137 o 528 km (51,7% y 65,7%, respectivamente).

Cuadro 8. Informe de resultados del estudio para la edad de las contusiones

Estudio	Método de evaluación	Puntuación o valores para la categoría de edad	Prevalencia
Bertoloni 2012 [a]	Escala colorimétrica subjetiva	Color rojo = reciente o amarilla = vieja	Reciente, 100%
da Silva 2014 [b]	Escala colorimétrica subjetiva	Lesiones recientes, <1 día vieja con coloración rojo oscuro; lesiones viejas, >1 día con coloración amarillenta	Nuevas, 38.0y viejas, 62.0%
De Andrade 2008 [c]	Escala colorimétrica subjetiva	<1 día, rojo; 1-2 días, rojo oscuro; 3-5 días, verde; 5-7 días, amarillenta; and >7 días, amarillo/naranja	Condición I (<1 día, 48.2%; y 1-2 días, 51.7%); Condición II (<1 día, 20%; 1-2 días, 5%; 3-5 días, 30%; 5-7 días, 40%; y >7 días, 5%); y Condición III (<1 día, 32.1%; 1-2 días, 65.7%; 3-5 días, 0.7%; y 5-7 días, 1.4%)

Strappini 2012	Escala colorimétrica subjetiva	Contusión fresca, rojo; Contusión vieja, azulada u oscura; y muy vieja, amarillo/naranja	Fresca, 70.3%; vieja, 29.4%; muy vieja, 0.2%
Strappini 2013 [d]	Escala colorimétrica subjetiva	Contusión fresca, rojo; Contusión vieja, azulada u oscura; y muy vieja, amarilla/naranja	Fresca, 57.7%

[a] Los resultados informados en este estudio son del Experimento 2. Las puntuaciones de edad corresponden al resultado para los seis grupos del estudio. Grupo 1, camión y 75-130 km; Grupo II, remolque de una sola plataforma y 75-130 km; Grupo III, remolque de dos pisos y 75-130 km; Grupo IV, camión y 180-250 km; Grupo V, remolque de una sola plataforma y 180-250 km; y Grupo IV, remolque de dos pisos y 180-250 km.

[b] Los valores corresponden al rango de resultados reportados para los grupos.

[c] Cond. I (137 km, 72 h); Cond. II (271 km, 74 h); y Cond. III (528 km, 49 h).

[d] Los autores solo presentan valores numéricos para la edad más prevalente. Los datos corresponden al número total de contusiones registrados durante las condiciones previas al sacrificio y todas las etapas de la aplicación de contusiones.

2.5.5. Resultados de estudios que reportan el sitio anatómico de las contusiones

Como se muestra en el cuadro 9, 17 estudios informaron el sitio anatómico de las contusiones. En particular, Andrade et al. (2008) presentaron la prevalencia (rango 0.4-28.1%) de contusiones en 17 cortes comerciales de relevancia económica para el mercado brasileño. Crosi et al. (2015) dividieron las canales en ocho zonas anatómicas, entre las cuales la prevalencia de contusiones osciló entre el 3,0 y el 31%, siendo el cuarto posterior las regiones más afectadas. Dos estudios dividieron las canales en nueve zonas anatómicas, que se compactaron en tres categorías: Lee et al. (2017) encontraron una prevalencia aumentada de 56.1% en el segundo tercio (región media) de la canal, mientras que Youngers et al. (2017) reportaron que el 61.8% de las contusiones estaban localizadas en la región de la línea media dorsal. Otros dos estudios (Bertoloni et al., 2012; Miranda-de la Lama et al., 2012) que también dividieron las canales en tres regiones (antepié, lomo y costillas, y cuarto trasero), encontraron que el cuarto trasero mostró la mayor prevalencia de contusiones (70.8 y 59%, respectivamente). Se encontraron resultados similares en otros 10 estudios que encontraron que el cuarto posterior fue la región más afectada por las contusiones, según una prevalencia que osciló entre el 28,0 y el 71,4% (Cardoso, Moura y Moreira, 2011; da Silva et al., 2014; Huertas, Kempener y Van Eerdenburg, 2018; Mendonça et al., 2019; Menezes, 2018; Petroni et al., 2013; Rebagliati et al., 2008; Romero, Gutierrez y Sánchez, 2011; Romero, Uribe-Velasquez, Sánchez, y Miranda-de la Lama, 2013; Strappini et al., 2013). En contraste, Mendonça et al. (2016) reportaron una mayor prevalencia de 37.7% cuarto delantero.

Cuadro 9. Informe de resultados del estudio para los sitios anatómicos de las contusiones

Estudio	Categorías utilizadas para determinar el sitio anatómico de las contusiones	Total de contusiones	Prevalencia
Andrade 2008 [a]	17 cortes comerciales del cuarto delantero y cuarto trasero	270	0.4-28.1% para 17 cortes comerciales evaluados
Bertoloni 2012 [b]	Cuarto delantero, cuarto trasero y lomo	511	Cuarto delantero, 0.8%; Cuarto trasero, 70.8%; y lomo, 28.4%
Cardoso 2011	Cuarto delantero, cuarto trasero y costillas	2,275	Cuarto delantero, 14. 3%; Cuarto trasero, 67.9%; y costillas, 17.8%
Crosi 2015 [c]	Región posterior, un sitio; región lateral, dos sitios; región dorsal, cuatro sitios; y región frontal, un sitio	917	3.0-31.0% a través de ocho sitios anatómicos

da Silva 2014 [a]	Cuarto delantero, cuarto trasero, lomo y costillas	682	Cuarto delantero, 10.7%; cuarto trasero, 71,4%; y otros, 17.9%
Huertas 2018	Cuarto delantero, round, trasero, costillas, lomo y caderas	4,188 canales contusas	Cuarto delantero, 22.4%; costillas, 14.1%; round, 10.1%; lomo, 6,8%; cadera, 29,3%; y trasero, 17.3%
Lee 2017 [d]	La canal se divide en tres partes; delantero, medio y trasero	NR	Frente, 31.3 ± 1.05%; medio, 56.1 ± 1.02%; y trasero, 12.5 ± 0.71%
Mendonça 2016 [e]	Cadera, round, costillas, cuarto delantero y lomo	NR	Cadera, 10,1%; round, 27.5%; costillas, 10.8%; primer trimestre, 37.7%; y lomo, 13.8%
Mendonça 2019	Cadera, redondo, frontal, costilla y lomo	7,092	Cadera, 28%; costilla, 21%; lomo, 20%; round, 17% y frontal, 14.0%

Menezes 2018	Frente, round / lomo y costillas		Round / lomo, 56.4%; frente, 23.8%; y costillas, 19.8%
Miranda 2012	1er tercio: hombro, codo, pezuña; 2do tercio: lomo y costillas; y el último tercio: cadera, costado, isquion, cola, pierna	1,143	Primer tercio, 14%; segundo tercio, 27%; y el último tercio, 59%
Petroni 2013	La canal se dividió en cuatro secciones: frente, lomo, costillas y lomo.	3,032	Caderas, 64,1%; costillas, 21,9%; frente, 7.8%; y lomo, 6.2%
Rebagliati 2008 [f]	El canal se dividió en cuatro regiones en la canal izquierda: round, costillas, lomo y frente	7,636	Round, 31.0%; frente, 28.6%; costillas, 20.8%; y lomo, 19.5%
Romero 2011	La canal se dividió en cinco regiones: frontal, round, lomo, costillas y abdomen.	10,131	Round, 43,5%; lomo, 26,7%; frente, 18.3%; costillas, 11.2; y abdominal, 0.3%

Romero 2013	La canal se dividió en siete regiones: pata trasera, pata delantera, pared torácica, pared abdominal, lomo, *Tuber isquiadicum* y *Tuber coxae*	1,198	*T. isquiadicum*, 32.8%; *T. coxae*, 25.1%; lomo, 21.3%; pata trasera, 8,7%; pata delantera, 3.6; y otros; 8.5%
Strappini 2013 [g]	El canal se dividió en siete regiones: trasero, lomo, costillas, cuarto delantero, espalda, punta de la cadera y cadera.	78	Cuarto delantero, 14.1%; atrás, 29,4%; punta de la cadera, 24,4%; cadera, 10,3%; y otros, 21.8%
Youngers 2017	La canal se dividió en nueve sitios de tres zonas: lado derecho, línea media dorsal y lado derecho	NR	Línea media dorsal (sitios 2, 5, 8), 61.8%; izquierda (sitios 3, 6, 9), 19.5%; y derecha (sitios 1, 4, 7), 18.6%

NR = No informado en el estudio

[a] Los valores corresponden al rango de resultados reportados para los grupos.

[b] Los resultados informados en este estudio son del Experimento 2. La prevalencia corresponde al resultado para los seis grupos del estudio.

[c] Los resultados informados corresponden a contusiones de grado 1-3. Los valores corresponden al rango de resultados reportados para las categorías.

[d] Los valores se presentan como la media ± SE de la prevalencia de los 9.860 animales evaluados en 75 lotes.

[e] Los valores corresponden a los resultados informados para los dos grupos genéticos.

[f] Los valores corresponden al primer matadero evaluado.

[g] Los datos corresponden a las contusiones registradas durante las condiciones previas al sacrificio y todas las etapas de la imposición de contusiones.

2.5.6. Resultados de estudios que informan la cantidad de carne removida debido a contusiones en la canal

La carne removida debido a contusiones se evaluó en seis estudios (Cuadro 10 En cuatro estudios que informaron la cantidad total de carne decomisada causada por contusiones, los valores oscilaron entre 15.6 y 647.1 kg de carne extraída durante toda la duración del estudio (Andrade et al., 2008; De Andrade et al., 2008; Petroni et al., 2013; Rebagliati et al., 2008). Con respecto al valor medio de la carne extraída por canal, en los cinco estudios que informaron este resultado (Andrade et al., 2008; De Andrade et al., 2008; Mendonça et al., 2016; Menezes, 2018; Petroni *et al.,* 2013), los resultados mostraron una amplia heterogeneidad según el rango de 0.11-1.12 Kg por canal. En particular, Menezes (2018) descubrió que las canales de las hembras se veían más afectadas por las contusiones, ya que la cantidad de carne extraída era mayor en comparación con las carcasas de los machos. Además, Mendonça *et al.* (2016) evaluaron los factores intrínsecos para las contusiones y encontraron que tanto el grupo genético como la presencia de cuernos aumentaron la cantidad de carne removida (Cebú, 1.12 contra taurina, 0.39 y cuernos, 1.11 contra descornados, 0.55 kg de carne removida por canal).

Cuadro 10. Resultados de los estudios que reportan la cantidad de carne removida debido a contusiones

Estudio	Total de contusiones / Canales contusiones	La cantidad total de carne removida	Media (± SE) eliminada por animal	Unidad
Andrade 2008 [a]	270 / 102	56.1	0.6*	Kg
De Andrade 2008 [b]	253 / 88	39.98	Condición I, 0.55*; Condición II, 0.57*; y Condición III, 0.48*	Kg
Mendonça 2016	NR	NR	Grupo genético: Taurino, 0.397 ± 0.02; y Cebú, 1.12 ± 0.01. Presencia de cuernos: descornados, 0.558 ± 0.02; mezcla, 0.841 ± 0.02; y con cuernos, 1.11 ± 0.01;	Kg

Menezes 2018	NR	NR	Sexo: Macho, 0.115*; y hembra, 0.283*. Distancia del viaje: <20 km, 0.234*; y >20 km, 0.224*.	Kg
Petroni 2013	133 animales contundidos	15.6	0.117*	Kg
Rebagliati 2008	895 animales contundidos por matadero 1	Matadero 1, 295.0; y Matadero 2, 647.1	NR	Kg

NR = No informado en el estudio; * No se informa SD o SEM en el estudio;

[a] Los valores corresponden al número total de animales evaluados.

[b] Cond. I (137 km, 72 h); Cond. II (271 km, 74 h); y Cond. III (528 km, 49 h).

2.5.7. Resultados de estudios que reportan la severidad de las contusiones

La severidad de las contusiones se incluyó como resultado en 19 estudios (cuadro 11). Hubo una alta heterogeneidad en la forma en que se informó la severidad entre los estudios; por ejemplo, Youngers et al. (2017) presentaron las categorías por severidad según el tamaño de las lesiones y se encontró que las contusiones con severidad menor y moderada (<5.1 y 5.1-15.2 cm) eran más prevalentes. Además, Strappini et al. (2013) informaron exclusivamente la prevalencia de contusiones de grado I (solo tejido subcutáneo), en contraste, Bethancourt-Garcia et al. (2019) y Goldhawk et al. (2015) reportaron solo contusiones severas. El primero encontró una prevalencia de 25.7% para las contusiones Tipo III, mientras que el último informó que el 21 y el 14.4% de las canales evaluadas presentaron, respectivamente, al menos un área o> 1 áreas con contusiones graves. Solo en el estudio de Strappini et al. (2010) se incluyó la prevalencia de la canal sin ninguna lesión aparente (grado 0, 79.2%), seguido del 19.8% de las contusiones de grado 1. En el estudio publicado por Huertas et al. (2010), los autores solo informan la prevalencia del número de sitios con un número diferente de contusiones, aunque sin especificar la gravedad de estos. Hubo 13 de 19 estudios que informaron una prevalencia más alta (rango 49.5 - 97.1%) de contusiones de grado 1 (Bertoloni et al., 2012; Cardoso et al., 2011; Crosi et al., 2015; da Silva et al., 2014; Gallo et al., 2001; Gallo et al., 2000; Huertas et al., 2018; Miranda-de la Lama et al., 2012; Petroni et al., 2013; Rebagliati et al., 2008; Romero et al., 2011; Strappini et al., 2012; Strappini et al., 2013). En claro contraste, Romero et al. (2013) informaron que las contusiones de Grado 2 que afectan el tejido y el músculo subcutáneos eran más prevalentes que el Grado 1 (54.3 vs. 45.7%). Finalmente, entre los estudios que informaron la prevalencia de contusiones con la mayor severidad (Grado 3), oscila entre el 0.01 y el 25.7%.

Cuadro 11. Resultados de los estudios que informan sobre la gravedad de las contusiones

Estudio	Escala utilizada para evaluar la gravedad de las contusiones	Total de contusiones / canales contusas	Prevalencia
Bertoloni 2012 [a]	Grado 1, solo tejido subcutáneo; Grado 2, tejido subcutáneo y músculo; y Grado 3, tejido subcutáneo, músculo y hueso	511	Grado 1, 86.3%; Grado 2, 12.1%; y Grado 3, 1.6%
Bethancourt 2019 [b]	Tipo I, leve; Tipo II, moderado; y Tipo III, severo	78,65	Tipo III, 25.7%
Cardoso 2011	Grado 1, solo tejido subcutáneo; Grado 2, tejido subcutáneo y músculo; y Grado 3, tejido subcutáneo, músculo y hueso	2,275	Grado 1, 74.1%; Grado 2, 22.8%; y Grado 3, 3.1%
Crosi 2015	Grado 1, superficial; Grado 2, leve; y Grado 3, profundo	917	Grado 1, 83.9%; y Grado 2, 16.1%
da Silva 2014 [c]	S, solo subcutáneo; M, tejido subcutáneo y músculo; y O, subcutáneo, muscular y óseo	682	S, 55.7%; y M, 44.3%

Gallo 2001 [d]	Grade 1, solo tejido subcutáneo; Grado 2, tejido subcutáneo y musculo; y Grado 3, tejido subcutáneo, musculo y hueso	44	Grado 1, 86.4%; y Grado 2, 13.6%
Gallo 2000 [e]	Grade 1, solo tejido subcutáneo; Grado 2, tejido subcutáneo y musculo; y Grado 3, tejido subcutáneo, musculo y hueso	103	Grado 1, 93.2%; y Grado 2, 6.8%
Goldhawk 2015 [f]	Puntuación: 0, defecto no visible; 1, <8; 2, 8-16; y 3, >16 cm	529 canales contundidas	Puntuación 3 contusiones: al menos 1 área, 21%; y> 1 área, 17.0%
Huertas 2010 [g]	Grado 1, solo tejido subcutáneo; Grado 2, grasa, tejido conectivo y tejido muscular; y Grado 3, daño muy profundo que involucra músculos y huesos	9,106 canales contundidas	Una contusión, 33.1%; dos contusiones, 25.1%; tres contusiones, 16.2%; >4 contusiones, 25.6%
Huertas 2018	Grado 1, solo tejido subcutáneo; Grado 2, grasa, tejido conectivo y tejido muscular; y Grado 3, daño muy	4,188 canales contusas	Una contusión, 10.7%; dos contusiones, 16.1%; tres contusiones, 15.1%;

	profundo que involucra músculos y huesos		>4 contusiones, 9.5%. Grado 1, 68.7%; y Grado 2, 31.3%
Miranda 2012	Grado 1, solo tejido subcutáneo; Grado 2, tejido subcutáneo y músculo; y Grado 3, tejido subcutáneo, músculo y hueso	1,143	Grado 1, 68%; Grado 2, 30%; y Grado 3, 2%
Petroni 2013 [h]	Grado 1, solo tejido subcutáneo; Grado 2, tejido subcutáneo y músculo;	3,032	Grado 1, 7.4-63.8%; y Grado 2, 2.4-36.2%
Rebagliati 2008[i]	Grado 1, solo tejido subcutáneo; Grado 2, tejido subcutáneo y músculo; y Grado 3, tejido subcutáneo, músculo y hueso	4, 312	Grado 1, 49.5%; Grado 2, 47.8%; y Grado 3, 0.1%
Romero 2011	Grado 1, solo tejido subcutáneo; Grado 2, tejido subcutáneo y músculo; y Grado 3, tejido subcutáneo, músculo y hueso	10,131	Grado 1, 97.1%; Grado 2, 2.8%; y Grado 3, 0.02%
Romero 2013	Grado 1, solo tejido subcutáneo; Grado 2, tejido subcutáneo y músculo; y Grado 3, tejido subcutáneo, músculo y hueso	1,198	Grado 1, 45.7%; y Grado 2, 54.3%

Strappini 2010[j]	Grado 0, lesión no visible; Grado 1, solo tejido subcutáneo; Grado 2, tejido subcutáneo y musculo; and Grade 3, tejido subcutáneo, musculo y hueso	NR	Grado 0, 79.24%; Grado 1, 19.82%; Grado 2, 0.93%; y Grado 3, 0.01%
Strappini 2012	Grado 0, lesión no visible; Grado 1, solo tejido subcutáneo; Grado 2, tejido subcutáneo y musculo; and Grade 3, tejido subcutáneo, musculo y hueso	846	Grado 1, 66.2%; y Grado 2, 33.8%
Strappini 2013[k]	Grado 0, lesión no visible; Grado 1, solo tejido subcutáneo; Grado 2, tejido subcutáneo y musculo; and Grade 3, tejido subcutáneo, musculo y hueso	78	Grado 1, 80.8%
Youngers 2017	Menor, <5.1; Moderado, 5.1-15.2; y Severo, <15.2 cm	NR	Menor, 38.8%; Moderado, 35.6%; and Severo, 25.6%

NR = No informado en el estudio

[a] Los resultados informados en este estudio provienen del Experimento 2. Los valores corresponden a [b] los resultados totales informados para los grupos.

[c] Los valores corresponden al rango de resultados reportados para los grupos.

[d] Los valores corresponden a dos grupos de ganado transportado durante 36 h con o sin descanso.

[e] Los valores corresponden a cuatro grupos según el tiempo de transporte (3, 6, 12 y 24 h) para ambas estaciones (otoño-invierno o primavera-verano).

[f] Los autores solo informan hematomas con puntaje 3, que se consideran graves.

[g] Los autores informan solo el número de canales con 1, 2, 3 o> 4 hematomas, sin indicar la gravedad de estos.

[h] Los valores corresponden al rango para el lado derecho e izquierdo de la canal y los cuatro sitios anatómicos evaluados por los autores.

[i] Los valores corresponden al segundo matadero evaluado y al lado izquierdo de las canales.

[j] Los valores corresponden al primer matadero evaluado.

[k] Los autores solo presentan valores numéricos para la gravedad más prevalente. Los datos corresponden al número total de contusiones registradas durante las condiciones previas al sacrificio y todas las etapas de la imposición de contusiones.

2.5.8. Resultados de estudios que reportan la forma de las contusiones

Como se resume en el cuadro 12, cuatro estudios informaron la forma de las contusiones. Dos estudios (Romero et al., 2013; Strappini et al., 2012) evaluaron la forma de las contusiones en dos grupos de ganado transportado desde la granja o el mercado de subastas hasta el matadero, aunque con resultados contrastantes. Romero et al. (2013) encontraron que las contusiones circulares tenían una prevalencia del 61.30%. En contraste, Strappini et al. (2012) reportaron una prevalencia de 91.1% de contusiones en forma irregular en los dos grupos de ganado. Crosi et al. (2015), que evaluó el efecto de los factores de riesgo intrínsecos (edad y sexo) en las contusiones de la canal, las formas circulares e irregulares en una categoría única "circular / irregular" y, por lo tanto, encontraron la mayor prevalencia en este grupo (93,1%). Finalmente, Strappini *et al.* (2013) encontraron que el 94.9% de los moretones registrados durante las condiciones previas al sacrificio y todas las posibles etapas de la infición tenían una forma irregular.

Cuadro 12. Resultado de los estudios que reportan la forma de las contusiones

Estudio	Escala utilizada para evaluar la forma de las contusiones	Total de contusiones	Prevalencia
Crosi 2015[a]	Lineal, vías de tren, circular, irregular, forma de coma	917	Circular/irregular, 93.1%
Romero 2013	Circular, lineal, vías de tren, y irregular	1,198	Circular, 61.3%; Irregular, 32.9%; Lineal, 3.1%; moteada, 1.9%; y vías de tren, 0.8%

Strappini 2012	Circular, linear, tramline, mottled, and irregular	846	Irregular, 91.1%; Linear, 3.8%; Circular, 3.1%; and Tramline, 1,9%
Strappini 2013[b]	Circular, lineal, vías de tren, moteada, e irregular	78	Irregular, 94.9%

[a] Los autores solo presentan valores numéricos para la forma más frecuente.

[b] Los autores solo presentan valores numéricos para la forma más prevalente. Los datos corresponden al número total de contusiones registradas durante las condiciones previas al sacrificio y todas las etapas de la imposición de contusiones.

2.5.9. Resultados de los estudios que informan del tamaño de las contusiones

Finalmente, 10 estudios examinaron el tamaño de 15,112 contusiones incluidas en los resultados. Como se resume en el cuadro 13, todos los estudios menos uno (Andrade *et al.,* 2008) informaron la prevalencia de la categoría de tamaño de las contusiones. Además, excepto Andrade *et al.* (2008) y De Andrade *et al.* (2008), que utilizó una escala basada en cinco categorías, todos los demás autores utilizaron una escala de tres categorías (pequeña, 2-8 cm; mediana, 9-16 cm; y grande,> 16 cm). Cinco estudios, que incluyeron a Bertoloni *et al.* (2012), da Silva *et al.* (2014), Romero *et al.* (2013), Strappini *et al.* (2012), y Strappini *et al.* (2013) informaron una mayor prevalencia de contusiones de tamaño pequeño (rango 43.4 a 73.7%). Mientras que las contusiones de tamaño mediano fueron más frecuentes en los resultados informados en tres estudios (Lee *et al.,* 2017; Miranda-de la Lama *et al.,* 2012; Romero *et al.,* 2011), en los que la prevalencia varió de 41.7 a 72.0%.

Cuadro 13. Informe de resultados de los estudios para el tamaño de las contusiones

Estudio	Escala para determinar el tamaño	Total de contusiones	Prevalencia	Media (± SD, n) tamaño de las contusiones
Andrade 2008[a]	1, 1-5; 2, 6-10; 3, 11-15; 4, 16-20; y 5, >21 cm	270	NR	1.38 – 3.00* cm
Bertoloni 2012[b]	Nivel 1, 1-10; Nivel 2, 11-20; y nivel 3, >20 cm	511	Nivel 1, 43.4%; Nivel 2, 29.2%; y nivel 3, 27.4%	NR
da Silva 2014[c]	Pequeña, 2-8; Mediana, 9-16; y grande, >16 cm	682	Pequeña, 48.1%; Mediana, 36.7%; y grande, 15.2%	NR
De Andrade 2008[d]	1, 1-5; 2, 6-10; 3, 11-15; 4, 16-20; y 5, >21 cm	253	Condición I (Tamaño 1, 32.1%; y tamaño 2, 39.1%, tamaño 3, 11.4%; tamaño 4, 12.6%; y tamaño 5, 4.6%); Condición II (tamaño 1, 5%; and tamaño 2, 35%, tamaño 3, 45%; tamaño 4, 15%); y Condición III (tamaño 1, 74%; y tamaño 2, 20%, tamaño 3, 4%; tamaño 4, 2%)	Condición I, 2.18; Condición II, 2.7; and Condición III, 1.34

Lee 2017[e]	Pequeña, <5; Mediana, 5-15; y grande, >15 cm	NR	Pequeña, 28.6 ± 1.32%; Mediana, 41.7 ± 0.97%; y grande 29.5 ± 1.81%	NR
Miranda 2012	Pequeña, <5; Mediana, 6-10; y grande, >10 cm	1,143	Pequeña, 23%; Mediana, 72%; y grande, 4%	Pequeña, 22.38 ± 0.84; Mediana, 71.6 ± 1.5; y grande 3.4 ± 0.34
Romero 2011[f]	Pequeña, <5; Mediana, 5-10; y grande, >10 cm	10,131	Pequeña, 27.7%; Mediana, 55.0%; y grande, 17.2%	NR
Romero 2013[g]	Pequeña, <8; Mediana, <16; y grande, >16 cm	1,198	Pequeña, 73.7%; Mediana, 19.3%; y grande, 7.0%	NR
Strappini 2012	Pequeña, 2-8; Mediana, 8-16; y grande, >16 cm	846	Pequeña, 60.4%; Mediana, 32.0%; y grande, 7.6%	NR
Strappini 2013	Pequeña, 2-8; Mediana, 8-16; y Grande, >16 cm	78	Pequeña, 55.1%	NR

NR = No reportado en el estudio; * No se reporta SD o SEM en el estudio;

[a] Los valores corresponden al rango de resultados reportados para los grupos.

[b] Los resultados informados en este estudio provienen del Experimento 2. Los valores de tamaño corresponden al resultado para los seis grupos del estudio.

[c] Los valores corresponden al rango de resultados reportados para los grupos.

[d] Cond. I (137 km, 72 h); Cond. II (271 km, 74 h); y Cond. III (528 km, 49 h)

[e] Los valores se presentan como la media ± SE de la prevalencia para los 9.860 animales evaluados en 75 lotes.

[f] Los valores corresponden a las categorías de tamaño para los tres grados de severidad.

[g] Los valores corresponden a los dos grupos evaluados según el origen animal (Granja vs. Mercado de subasta).

2.5.10. Asociación entre los factores de riesgo y las características de las contusiones

En total, los estudios informaron 61 asociación potencial entre causas extrínsecas o intrínsecas y las características de las contusiones. La mayoría de las evaluaciones (42/61) examinaron los factores de riesgo extrínsecos, seguidos de la inclusión de una mezcla de factores (Figura 3A).

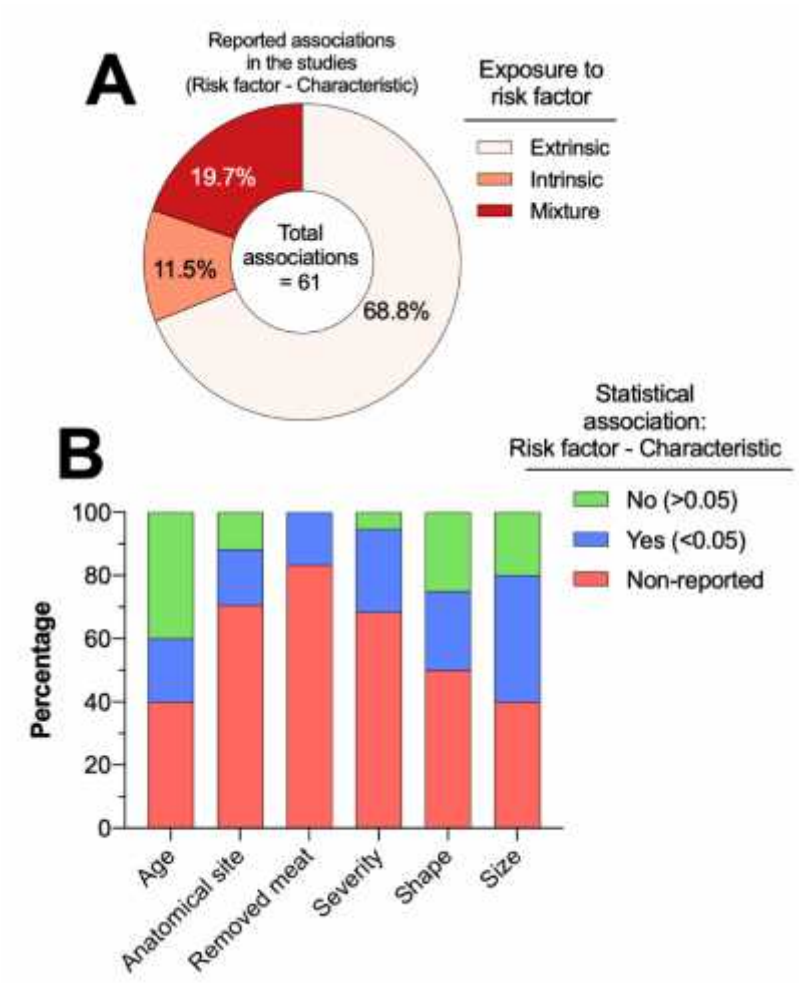

Figura 3. A) Distribución de las posibles asociaciones (características de los factores de riesgo) en las que se evalúan factores extrínsecos, intrínsecos o una mezcla de factores de riesgo, y B) las asociaciones se examinan con análisis estadísticos.

Como se resume en el cuadro 14, la edad de las contusiones se asoció solo con factores extrínsecos que incluyeron: el tipo de transporte y la distancia recorrida (Bertoloni *et al.,* 2012; da Silva et al., 2014; De Andrade *et al.,* 2008), la fuente de los animales (Strappini *et al.,* 2012), y las prácticas e instalaciones de manejo (Strappini *et al.,* 2013). Sin embargo, hubo resultados contrastantes debido a que solo 3/5 estudios midieron la fuerza de asociación entre la edad de las contusiones y los factores de riesgo evaluados, entre los cuales solo un estudio informó una asociación significativa (Figura 3B, Cuadro 13).

Cuadro 14. Asociación entre los factores de riesgo y la edad de las contusiones

Estudio	Factor de riesgo potencial	Tipo	Breve descripción de los resultados	Fuerza de asociación	Significancia estadística
Bertoloni 2012	Tipo de transporte y distancia recorrida	Extrínseco	Todas las contusiones se clasificaron como recientes, aunque los autores no presentaron resultados específicos para el efecto del tipo de transporte en la edad de las contusiones.	NR	NR
da Silva 2014	Distancia recorrida	Extrínseco	Los hematomas más viejos fueron más frecuentes (62.0%) entre los grupos, aunque no se presentó asociación entre la distancia y la edad.	NR	NR
De Andrade 2008	Tipo de transporte y distancia recorrida	Extrínseco	Los animales de la Condición II (271 km recorridos durante 74 h) tuvieron el valor medio más alto para la edad; por lo tanto, hubo un efecto significativo de los viajes en la edad de las contusiones	Si	$p < 0.01$
Strappini 2012	Procedencia	Extrínseco	La mayoría de las contusiones (70.3%) eran de color rojo brillante. No hubo asociación significativa entre la edad de las contusiones y los factores de riesgo.	No	$p = 0.89$

Strappini 2013	Manejo e instalaciones	Extrínseco	Entre las contusiones, el 57.7% tenía un color rojo, aunque no hubo una asociación significativa con el manejo o las instalaciones durante las etapas previas al sacrificio	No	$p = 0.68$

Con respecto a la asociación entre el sitio anatómico de las contusiones y los factores de riesgo (cuadro 14), se examinaron las siguientes categorías entre los estudios: 1) Extrínsecas, condiciones de transporte, tiempo y distancia recorrida (Andrade *et al.,* 2008; Bertoloni *et al.,* 2012; Cardoso *et al.,* 2011; da Silva *et al.,* 2014; Petroni *et al.,* 2013) o prácticas e instalaciones de manejo (Huertas *et al.,* 2018; Miranda-de la Lama *et al.,* 2012; Rebagliati *et al.,* 2008; Romero *et al.,* 2011; Strappini *et al.,* 2013); 2) Intrínseca, edad y sexo (Crosi *et al.,* 2015) o raza y presencia de cuernos (Mendonça *et al.,* 2016; Youngers *et al.,* 2017); y 3) Mezcla de factores, (Lee *et al.,* 2017; Mendonça *et al.,* 2019; Menezes, 2018; Romero *et al.,* 2013). Entre los estudios que evaluaron la relación entre el sitio anatómico y los factores de riesgo, 12/17 no informó una medida estadística de la asociación y solo 3/5 estudios mostraron resultados significativos (Figura 3B, cuadro

En el cuadro 15, se resumen los resultados principales de los seis estudios que mostraron una relación entre la cantidad de carne removida y los factores de riesgo. Rebagliati *et al.* (2008) evaluaron las prácticas e instalaciones de manejo, mientras que otros tres estudios examinaron factores extrínsecos como las condiciones de transporte, el tiempo y la distancia recorrida (Andrade *et al.,* 2008; De Andrade *et al.,* 2008; Petroni *et al.,* 2013). Mientras que Mendonça *et al.* (2016), evaluaron los factores intrínsecos (raza y presencia de cuernos), y otro estudio incluyó una mezcla de factores (Menezes, 2018). Como se muestra en la Figura 3B, existe falta de evidencia estadística de la relación entre la cantidad de carne recortada y los factores de riesgo debido a 5/6 estudios que no informaron una medida de la asociación (cuadro 15).

Cuadro 15. Asociación entre los factores de riesgo y la carne removida de las contusiones

Estudio	Factor de riesgo potencial	Tipo	Breve descripción de los resultados	Fuerza de asociación	Significancia estadística
Andrade 2008	Tipo de transporte y distancia recorrida	Extrínseco	La cantidad total de carne removida durante el estudio fue de 56.1 kg con un valor medio de 0.6 kg por animal. Los autores no informaron un análisis estadístico de asociación.	NR	NR
De Andrade 2008	Distancia recorrida y tiempo	Extrínseco	La eliminación de 39.988 kg de carne, con una media general de 0.454 kg por animal. No se presenta un análisis estadístico para encontrar la asociación.	NR	NR
Mendonça 2016	Grupo genético y presencia de cuernos	Intrínseco	Promedio de 0.887 kg de pérdida muscular por los diversos cortes de la canal. El ganado cebú tuvo mayores pérdidas (1.212 kg) que el ganado taurino (0.397 kg). La pérdida de peso promedio en los lotes con cuernos y mixtos fue de 1.131 kg y 0.841 kg, respectivamente, en comparación con la de los animales encuestados (0.558 kg). Tanto	Si	$p < 0.05$

			la raza como la presencia de cuernos se asociaron significativamente con la cantidad de carne retirada		
Menezes 2018	Sexo y distancia recorrida	Mezcla	La cantidad de carne removida debido a contusiones fue mayor en las hembras (0.284 kg por animal) que en los machos (0.115 kg por animal). Además, se encontró un promedio similar de 0.234 kg de carne removida en bovinos que viajaron <20 km vs. 0.224 kg cuando el ganado viajó> 20 km. Los autores no informaron resultados estadísticos para la asociación.	NR	NR
Petroni 2013	Distancia recorrida	Extrínseco	La cantidad de carne eliminada fue de 15.6 kg en total, 0.117 kg por animal. Los autores no informaron resultados estadísticos.	NR	NR
Rebagliati 2008	Distancia recorrida, prácticas de manejo, instalaciones, tiempo de	Extrínseco	En el matadero 1, las pérdidas fueron de 295 kg, y en el matadero 2 las pérdidas fueron de 647,16 kg. Los autores no informaron resultados estadísticos.	NR	NR

	estabulación y procedencia

La asociación entre la gravedad de las contusiones y los factores de riesgo se informó en 19 estudios (cuadro 16). Dos estudios informaron factores intrínsecos, como el sexo y la edad (Crosi *et al.,* 2015) o la presencia de cuernos (Youngers *et al.,* 2017). Los factores de riesgo extrínsecos, como las condiciones de transporte, el tiempo y la distancia recorrida, se incluyeron en 8/19 estudios (Bertoloni *et al.,* 2012; Cardoso *et al.,* 2011; da Silva *et al.,* 2014; Gallo *et al.,* 2001; Gallo et al., 2000; Goldhawk *et al.,* 2015; Huertas et al., 2010; Petroni *et al.,* 2013), mientras que las prácticas e instalaciones de manejo se incluyeron como factores de riesgo en 5/19 estudios (Huertas *et al.,* 2018 ; Miranda-de la Lama *et al.,* 2012; Rebagliati *et al.,* 2008; Romero *et al.,* 2011; Strappini *et al.,* 2013). Finalmente, cuatro estudios más incluyeron una mezcla de factores de riesgo intrínsecos y extrínsecos (Bethancourt-Garcia *et al.,* 2019; Romero *et al.,* 2013; Strappini *et al.,* 2010; Strappini *et al.,* 2012). Como se muestra en la Figura 3B, la mayoría de los estudios (13/19) no incluyeron un análisis estadístico para probar la asociación entre la gravedad de las contusiones y los factores de riesgo. No obstante, otros cinco estudios que presentaron una medida de asociación mostraron una relación significativa entre la gravedad de las contusiones y el conjunto de factores de riesgo (cuadro 16).

Cuadro 16. Asociación entre factores de riesgo y sitio anatómico de las contusiones

Estudio	Factor de riesgo potencial	Tipo	Breve descripción de los resultados	Fuerza de asociación
Andrade 2008	Condiciones de transporte, tiempo y distancia recorrida.	Extrínseco	Entre los cortes comerciales del cuarto delantero y del cuarto trasero, los sitios más afectados por contusiones fueron el ojo de la costilla (28.1%), solomillo (15.9%) y los planos (14.8%)	NR
Bertoloni 2012	Tipo de transporte y distancia recorrida	Extrínseco	La mayoría de las contusiones se encontraron en el cuarto trasero (70,7%), aunque los autores no presentaron análisis estadísticos para la asociación de las condiciones de transporte.	NR
Cardoso 2011	Distancia recorrida	Extrínseco	El cuarto trasero mostró la mayor prevalencia con 67.9%, seguido de costillas (17.8%). Los autores	NR

Crosi 2015	Edad y sexo	Intrínseco	no presentaron resultados estadísticos para la asociación con la distancia recorrida. La mayoría de las contusiones se ubicaron en la región del cuarto delantero, aunque los autores no presentaron una asociación estadística entre las contusiones y los factores de riesgo.	NR
da Silva 2014	Distancia recorrida	Extrínseco	El cuarto trasero fue el área más afectada (71.4%). El sitio anatómico de las contusiones y la distancia recorrida no estaban asociados	No
Huertas 2018	Carga y descarga	Extrínseco	El sitio más afectado por contusiones fue el cuarto trasero; sin embargo, los autores no evaluaron la relación estadística entre la posición anatómica de los moretones y los factores de riesgo.	NR

Lee 2017	Sexo, tipo de camión, distancia recorrida, y raza	Mezcla	Las contusiones en las canales de carne ocurrieron principalmente a lo largo del centro dorsal (53.5%). No se presenta asociación entre la posición anatómica y los factores de riesgo.	NR
Mendonça 2016	Grupo genético y presencia de cuernos	Intrínseco	En la región de las costillas, la aparición de contusiones en los lotes con cuernos fue mayor en comparación con los animales encuestados. Las otras regiones no mostraron diferencias significativas entre los grupos.	No
Mendonça 2019	Sexo, tiempo, distancia recorrida, tipo de vehículo, densidad de carga, practica de manejo e instalaciones	Mezcla	Las contusiones en la cadera fueron influenciadas por las variables de género, distancia recorrida y densidad de población. El frente y la ronda se vieron afectados por todas las variables, excepto el tiempo de espera de	Si

			descarga para el primero y el tipo de vehículo para el segundo.	
Menezes 2018	Sexo y distancia recorrida	Mezcla	El área más afectada por las contusiones fue el cuarto trasero con 56.4% de prevalencia. Los autores no mostraron el análisis estadístico.	NR
Miranda 2012	Descarga y manejo	Extrínseco	El sitio anatómico con la mayor prevalencia de contusiones fue el último tercio (59%). Los autores no presentaron ningún análisis estadístico.	NR
Petroni 2013	Distancia recorrida	Extrínseco	El área más afectada de la canal fueron las caderas, 64.1%. Los autores no mostraron resultados estadísticos.	NR
Rebagliati 2008	Distancia recorrida, prácticas de manejo,	Extrínseco	El sitio anatómico más afectado fue redondo, 31.0%, seguido de frente, 28.6%. Los autores no mostraron resultados estadísticos.	NR

	instalaciones, tiempo de estabulación y procedencia			
Romero 2011	Prácticas de manejo y condiciones de transporte	Extrínseco	El sitio más afectado fue round (43.5%) seguido de lomo (26.7%). Los factores de riesgo (sexo, tiempo de carga, densidad de población y carga) se asociaron significativamente con el sitio anatómico de las contusiones.	Si
Romero 2013	Procedencia, tiempo de estabulación, densidad de carga, distancia recorrida y grupo de edad	Mezcla	El sitio más afectado por contusiones fue el cuarto trasero; sin embargo, los autores no evaluaron la relación estadística entre la posición anatómica de las contusiones y los factores de riesgo.	NR
Strappini 2013	Practica de manejo e instalaciones	Extrínseco	La mayoría de las contusiones registrados en el cuarto delantero se infligieron en la caja de	Si

			aturdimiento, mientras que los que se encontraron en el conjunto de alfileres fueron causados en la granja. El sitio anatómico de las contusiones se asoció significativamente con la etapa en la que el animal estaba en el momento de la imposición.	
Youngers 2017	Presencia de cuernos	Intrínseco	La línea media dorsal fue la porción con contusiones más frecuente (61.8%); sin embargo, los autores no presentaron asociación estadística con el factor de riesgo.	NR

En el cuadro 17, se resumen los resultados principales de los estudios que incluyeron la asociación entre la forma de las contusiones y los factores de riesgo. Crosi *et al.* (2015) examinaron el sexo y la edad como factores intrínsecos, mientras que la fuente de los animales (transportados al matadero directamente desde la granja o desde un mercado de ganado) se incluyó como factor extrínseco en dos estudios (Strappini *et al.,* 2012; Strappini *et al.,* 2013), y finalmente (Romero *et al.,* 2013) evaluaron una mezcla de factores de riesgo. Como se muestra en la Figura 3B, los estudios 2/4 no incluyeron un análisis estadístico de los resultados, mientras que los dos estudios restantes encontraron una asociación inconsistente; por lo tanto, hay una falta de evidencia estadística para la relación particular entre la forma de las contusiones y los factores de riesgo examinados en los estudios (cuadro 17).

Cuadro 17. Asociación entre los factores de riesgo y las formas de las contusiones

Estudio	Factor de riesgo potencial	Tipo	Breve descripción de los resultados	Fuerza de asociación	Significancia estadística
Crosi 2015	Sexo y edad	Intrínseco	Las formas más frecuentes fueron circulares / irregulares (93.1%). Sin embargo, los autores no informaron el análisis estadístico.	NR	NR
Romero 2013	Fuente, tiempo de estabulación, densidad de población, distancia recorrida y tiempo y grupo de edad.	Mezcla	La forma de las contusiones frecuentes era circular (61,3%) e irregular (32,9%). Los autores no informaron el análisis estadístico de esta característica.	NR	NR
Strappini 2012	Procedencia	Extrínseco	Las contusiones de forma irregular fueron los más frecuentes (91,1%). Las formas de las contusiones se asociaron significativamente con el origen de las canales.	Si	$p = 0.019$
Strappini 2013	Procedencia	Extrínseco	La mayoría de las contusiones tenían una forma irregular (94,9%) pero no se asociaron	No	$p = 0.62$

significativamente con la etapa previa al sacrificio.

Como se resume en el cuadro 18, para la asociación entre el tamaño de las contusiones y los factores de riesgo, a excepción de Lee *et al.* (2017) y Romero *et al.* (2013), que incluía una mezcla de factores de riesgo, todos los demás estudios (8/10) informaron solo factores extrínsecos, como las condiciones de transporte, el tiempo y la distancia recorrida (Andrade *et al.,* 2008; Bertoloni *et al.,* 2012; da Silva *al.* (2014; De Andrade *et al.,* 2008), prácticas de manejo e instalaciones (Miranda-de la Lama *et al.,* 2012; Romero *et al.,* 2011; Strappini *et al.,* 2013), y la fuente de los animales (Strappini *et al.,* 2012). Entre los cinco estudios que incluyeron un análisis estadístico para medir la fuerza de asociación entre el resultado y el factor de riesgo, 4/6 estudios mostraron una relación significativa. En contraste, 4/10 estudios no informaron los resultados estadísticos de la asociación (Figura 3B, Web-appendix 17).

Cuadro 18. Asociación entre los factores de riesgo y el tamaño de las contusiones

Estudio	**Factor de riesgo potencial**	**Tipo**	**Breve descripción de los resultados**	**Fuerza de asociación**	**Significancia estadística**
Andrade 2008	Condiciones de transporte, tiempo y distancia recorrida.	Extrínseco	El valor medio más alto de 3.0 para las puntuaciones asignadas al tamaño de las contusiones se encontró en animales de la condición VI (tren y carretera para un total de 471 km)	Si	$p < 0.01$
Bertoloni 2012	Tipo de transporte y distancia recorrida	Extrínseco	Las contusiones de tamaño nivel 1 (1-10 cm) fueron más frecuentes (43.4%). Se obtuvieron diferencias significativas de los bovinos transportados en remolques de dos pisos en ambos rangos de distancia (75-130 km y 180 a 250 km)	Si	$p < 0.05$
da Silva 2014	Distancia recorrida	Extrínseco	Las contusiones pequeñas fueron más frecuentes (48.0%) para los tres grupos de distancia. No se observó correlación significativa entre las lesiones y la distancia recorrida; por lo tanto, estos factores son independientes entre sí	No	$p > 0.05$

De Andrade 2008	Distancia recorrida y tiempo	Extrínseco	Hubo una asociación significativa entre el tamaño de las contusiones y la distancia recorrida por el ganado.	Si	$p < 0.01$
Lee 2017	Sexo, tipo de remolque, distancia recorrida y raza	Mezcla	Las contusiones medianas fueron altamente prevalentes (41.7%), aunque no se presenta asociación entre la posición anatómica y los factores de riesgo.	NR	NR
Miranda 2012	Descarga y manejo	Extrínseco	Las contusiones medianas (6-10 cm) fueron los más frecuentes (72%). Los autores no presentaron ningún análisis estadístico.	NR	NR
Romero 2011	Prácticas de manejo y condiciones de transporte	Extrínseco	Las contusiones medianas fueron la categoría más frecuente (55.0%). Los autores no presentaron ningún análisis estadístico.	NR	NR
Romero 2013	Procedencia, estabulación, densidad de población, tiempo, distancia recorrida y grupo de edad.	Mezcla	Las contusiones de tamaño pequeño fueron más frecuentes en ambas procedencias de animales (73.7%). Los autores no informaron una asociación estadística entre el tamaño de las contusiones y los factores de riesgo.	NR	NR

Strappini 2012	Procedencia	Extrínseco	Las contusiones de tamaño pequeño fueron más frecuentes (60,4%), aunque no hubo una asociación significativa entre el tamaño y los factores de riesgo.	No	$p = 0.12$
Strappini 2013	Prácticas de manejo e instalaciones	Extrínseco	Las contusiones pequeñas fueron más frecuentes y se infligieron principalmente en la caja de aturdimiento y durante la carga en la granja. El tamaño de las contusiones se asoció significativamente con la etapa en la que se sostuvieron las contusiones.	Si	$p < 0.01$

2.6. DISCUSIÓN

En la presente revisión sistemática, se ha resumido de manera crítica y objetiva la evidencia actual encontrada en estudios primarios de las Américas sobre la asociación entre las características de las contusiones en las canales bovinas y un conjunto de factores de riesgo extrínsecos e intrínsecos durante la etapa previa al sacrificio.

2.6.1. Resumen de la evidencia

En los 25 estudios incluidos en la síntesis narrativa, el 76%, el 68% y el 40% de ellos informaron, respectivamente, la gravedad, el sitio anatómico y el tamaño de las contusiones. De esta forma, se convierten en las características más frecuentemente reportadas de las contusiones. El resumen de la evidencia mostró que las contusiones afectaron principalmente el cuarto trasero de las canales (rango 28.0-71.4%), y que las contusiones de tamaño pequeño (<5 u 8 cm, rango 43.4-73.7%) puntuaron con la menor severidad (afectando solo a el tejido subcutáneo, rango 49.5-97.1%) fueron altamente prevalentes en todos los estudios. Sin embargo, debe observarse que, a pesar de la menor frecuencia de contusiones caracterizados por un tamaño más alto (medio o mayor) y una mayor gravedad (Grados II y III), el bienestar animal de los bovinos durante las etapas previas a la matanza sigue muy comprometido debido a esta fuente de dolor (Gregory, 2008b). Y es frecuente en los países de las Américas, entre los cuales la prevalencia de pequeñas contusiones de baja severidad es alta.

La edad de las contusiones y su forma fueron las características menos informadas entre los estudios. Cuatro de cada cinco estudios informaron una mayor frecuencia de contusiones viejas como frescas o recientes. De acuerdo con esta evidencia, las contusiones probablemente ocurrieron 1-2 días antes del sacrificio (Grandin, 2007), o incluso en el momento de la matanza en el cajón de aturdimiento. Por lo tanto, cuando el ganado se transporta al matadero, durante el tiempo de espera en corrales y el manejo del ganado antes del aturdimiento, son períodos críticos

durante los cuales la mayoría de estas contusiones puede disminuir (McCausland y Millar, 1982; McNally y Warriss, 1996). Sin embargo, se requieren más estudios para proporcionar solidez a los resultados. Además, el método colorimétrico es subjetivo para la edad de las contusiones puede ser una causa de imprecisión durante la evaluación de esta importante característica (Warriss, 1990) y, por lo tanto, excluye la evaluación generalizada entre los estudios.

Con respecto a la forma de las contusiones, la síntesis de la evidencia mostró que las contusiones de forma circular o irregular son las formas más prevalentes. Sin embargo, a pesar de la importancia de la forma de las contusiones como un indicativo de la causa de estas lesiones (McNally y Warriss, 1996; Weeks, McNally y Warriss, 2002), solo cuatro estudios informaron este resultado. Como en el caso de la edad de las contusiones, la evaluación e interpretación de la forma puede ser una tarea difícil debido a la naturaleza subjetiva de la evaluación. Por lo tanto, la mayoría de los estudios deben evaluar esta característica para identificar y controlar adecuadamente las posibles causas de cada forma de las contusiones.

Finalmente, incluimos la cantidad de carne eliminada debido a que es un reflejo de las pérdidas productivas causadas por la gravedad y el alcance de las contusiones. En los resultados informados por los estudios, hubo una variación sustancial, ya que el valor medio de la carne extraída osciló entre 0.11 y 1.12 kg por canal. Sin embargo, tal variabilidad fue causada por los diferentes factores extrínsecos e intrínsecos examinados en los estudios. A pesar de estos resultados, el número de estudios parece insuficiente para concluir que la cantidad de carne extraída está vinculada a un factor de riesgo particular, por lo tanto, la cantidad de carne extraída debe incluirse en más estudios para examinar más detalladamente su asociación particular con factores extrínsecos o intrínsecos. Y valorar su impacto económico negativo en la productividad.

Los hallazgos de nuestro estudio revelaron una heterogeneidad sustancial en la forma en que se puntúan y clasifican las características de las contusiones. Dicha variabilidad dificulta la comparación del efecto de las contusiones de la canal, incluso a niveles subnacionales. Como consecuencia, la falta de un método estandarizado adaptado globalmente para evaluar las contusiones en la canal bovina podría estar vinculada a una estimación sesgada de la prevalencia real de las características de las contusiones; evitando así una evaluación más realista del doble efecto concomitante de las contusiones en el bienestar animal y la productividad del ganado. La evaluación de la severidad de las contusiones sirve como evidencia de esto. En algunos estudios, la gravedad se informa en tres categorías según el nivel de tejido dañado (clasificación de contusiones en Chile o sistema australiano de puntuación de contusión en la canal), mientras que en otros casos se informa en categorías de tamaño según la extensión de la lesión medido en cm (Harvest Audit System). Además, algunos estudios solo informan sobre las contusiones de menor gravedad (grado 1) o las contusiones de mayor gravedad (grado 3), por lo que es difícil hacer una recomendación generalizada debido a la existencia de comparación reducida entre los estudios.

2.6.2. Asociación entre las contusiones y factores de riesgo.

Los 25 estudios incluidos en la revisión sistemática informaron un total de 61 evaluaciones de la relación entre las características de las contusiones y las causas extrínsecas o intrínsecas. Sin embargo, la mayoría de los estudios (62.3%) no incluyeron el análisis estadístico para medir la relación. Dicha tendencia podría explicarse por el hecho de que estos estudios incluyeron factores de riesgo para explicar la prevalencia de contusiones en la canal, aunque los autores no intentaron medir la fuerza de asociación entre las causas y las características de las contusiones y por lo tanto solo se reportan asociaciones casuales no soportadas con validación estadística. En consecuencia, generalmente, la evidencia no es lo suficientemente sólida para establecer una relación consistente

entre factores extrínsecos o intrínsecos específicas y las diferentes categorías de las características de las contusiones.

Solo 15 de las 61 asociaciones evaluadas resultaron significativas, aunque hubo una diversidad en el tipo de factores de riesgo significativamente relacionados con las características de las contusiones. Las condiciones de transporte, las prácticas de manejo y las instalaciones de la planta de sacrificio fueron algunos de los principales factores de riesgo que se asociaron estadísticamente con las características de las contusiones. Según lo sugerido por Weeks et al. (2002) el diseño de las instalaciones está potencialmente asociado con la prevalencia de contusiones; en particular, curvas en ángulo recto en las mangas, callejones sin salida, escalones en el piso y esquinas de bordes cuadrados, todos exponen al ganado a sufrir lesiones. Además, el manejo rudo (Costa, Fiego, Tassone y Russo, 2006) y los problemas de equipo que causan colisiones con las estructuras también aumentan la incidencia de contusiones (Grandin, 2007). Por lo tanto, estos aspectos deben evaluarse cuidadosamente en cada matadero para mejorar las instalaciones y las prácticas de manejo hacia una reducción de las contusiones en la canal. Asimismo, no solo deben mejorarse las condiciones de transporte, sino también la actitud de los transportistas con respecto al bienestar animal (Valadez-Noriega *et al.,* 2018).

Según lo sugerido por autores anteriores (Wythes, Kaus y Newman, 1985), los resultados obtenidos confirman que las características de las contusiones se asociaron con una combinación compleja de factores intrínsecos, extrínsecos o una mezcla de factores que contribuyeron a causarlos. Gran parte de esta variabilidad se debe a las condiciones dispares en que se realizan los estudios no solo a nivel nacional sino a nivel subnacional. Por lo tanto, a pesar de los resultados significativos reportados por algunos de los estudios, es difícil inferir sólidamente con respecto a una asociación particular de un factor de riesgo específico y una característica de las contusiones. Tomados en conjunto, los

resultados resumidos en este documento sugieren que los estudios futuros deben incluir solo factores de riesgo que pueden modelarse estadísticamente para fortalecer los resultados.

2.6.3. Evaluación de calidad de la evidencia.

De acuerdo con el sistema GRADE (Balshem *et al.,* 2011), la evidencia general encontrada en los 25 estudios incluidos en la revisión sistemática se calificó como moderada debido a que la mayoría de los estudios fueron observacionales y no incluyeron un análisis estadístico para evaluar la relación entre los factores de riesgo y las características de las contusiones. Además, una proporción considerable de los estudios (72%) no informaron la definición de caso de contusión, lo que aumenta el riesgo de sesgo asociado a la incorrecta interpretación (Lean, Rabiee, Duffield y Dohoo, 2009). Del mismo modo, el 28% de los estudios no informó el uso de un sistema estandarizado para evaluar o calificar las contusiones dentro de la canal, por lo tanto, en estos estudios, el riesgo de sesgo por debajo o por encima de la puntuación de las características de las contusiones aumentó. Finalmente, el 24% de los estudios presentó un alto riesgo de sesgo para la notificación selectiva y el 12% de los estudios mostró inconsistencia en los resultados informados y los datos descritos en la metodología. Según lo indicado por estos problemas detectados en los estudios, se sugiere que los estudios futuros aumenten posean la solidez metodológica para prevenir sesgos.

2.6.4. Limitaciones del estudio.

El estudio tiene varias limitaciones. Debido a la revisión sistemática centrada en los estudios primarios de las Américas, no podemos tener una imagen global completa de la prevalencia real de las características de las contusiones. Por lo tanto, no se puede extender los hallazgos a otras regiones y, en consecuencia, los resultados carecen de comparación directa con países fuera de las Américas. Además, solo se incluyeron ocho países en la revisión, de los cuales Brasil proporcionó el 40% de los estudios, mientras que en otros países existe un número limitado de estudios. Se necesitan estudios de países fuera de Brasil para superar

esta representatividad dispar. En el presente estudio, se abordó específicamente la relación entre los factores de riesgo y las características de las contusiones, por lo que no se incluyeron auditorías de calidad de la carne de Canadá y los EE. UU., puesto que sólo mostraban prevalencia general de contusiones.

2.7. CONCLUSIONES

Existe una alta heterogeneidad entre los estudios, en cuanto al sistema de evaluación de las contusiones de las características de las contusiones en los estudios evaluados. El 68% de los estudios no presentaron análisis estadístico de la asociación de los factores de riesgo con las características de las contusiones, lo que muestra el sesgo existente de asociar los factores de riesgo a las características de las contusiones sin base sólida.

CAPÍTULO 3. VALORACIÓN DE SIGNOS DE RETORNO A LA SENSIBILIDAD DE BOVINOS ATURDIDOS EN UNA PLANTA DE SACRIFICIO EN SINALOA, MÉXICO

3.1.1. RESUMEN

Se evaluó la eficacia de la insensibilización de 344 bovinos sacrificados en un rastro tipo inspección federal, en Culiacán, Sinaloa, México. Se registró en los animales signos de retorno a la sensibilidad y precisión del disparo. Se observó que el 96.6% tuvieron un disparo efectivo, un 82.3% de profundidad un rango de 6.1 a 9 cm con el 79.6% en la precisión del disparo, la trayectoria del disparo 64.5% en dirección perpendicular, 82% de los bovinos presentaron el disparo a una distancia de 2 cm o menos del punto ideal; en cuanto a los indicadores, la presencia del reflejo corneal presentó un 0.43%, fase tónica un 3.27%, fase clónica un 28.17%, respiración rítmica un 0.86%, arqueo de columna 4.4% y sensibilidad al degüello un 62.27%. Y tiempo desde aturdimiento a degüello más de 60 seg, 45.3; 31 a 60 seg, 54.7 y 0 a 30 seg, 0%. Se concluye que los bovinos recuperan la sensibilidad debido a la tardanza de los operarios en el tiempo desde aturdimiento a degüelle, que excede los 60 segundos.

Palabras clave: bovinos, insensibilización, bienestar, faena

2.1.2. ABSTRACT

ASSESSMENT OF SIGNS OF RETURN TO THE SENSITIVITY OF STUNNED CATTLES IN A SLAUGHTERHOUSE PLANT IN SINALOA, MEXICO

The effectiveness of the desensitization of 344 cattle slaughtered on a federal inspection trail was evaluated in Culiacán, Sinaloa, Mexico. Signs of return to sensitivity and accuracy of the shot were recorded in the animals. It was observed that 96.6% had an effective shot, 82.3% of depth a range of 6.1 to 9 cm with 79.6% in the accuracy of the shot, the trajectory of the shot 64.5% in the perpendicular direction, 82% of the cattle presented the shooting at a distance of 2 cm or less from the ideal point; As for the indicators, the presence of the corneal reflex presented 0.43%, tonic phase 3.27%, clonic phase 28.17%, rhythmic respiration 0.86%, spinal arch 4.4% and sensitivity to slaughter it 62.27%. And time from stunning to slaughter more than 60 sec, 45.3; 31 to 60 sec, 54.7 and 0 to 30 sec, 0%. It is concluded that cattle recover the sensitivity due to the delay of the operators in time from stunning to disgorgement, which exceeds 60 seconds.

Keywords: cattle, stunning, animal welfare, slaughter

2.1.3. INTRODUCCIÓN

Evaluar el manejo ante mortem en una planta Tipo Inspección Federal (TIF) permite identificar cualquier acto que vaya en contra del bienestar animal y de la calidad de la carne, así mismo, recomendar los cambios apropiados en las rutinas de manejo que minimicen el costo biológico para los animales durante el proceso previo al sacrificio y mejorar la calidad del producto.

La insensibilidad o conciencia está relacionada con el estado de alerta y la habilidad de percibir e interactuar con el ambiente: por lo tanto, la conciencia, es definida como un estado donde hay una interrupción de la función cerebral siendo capaz de responder a estímulos normales, lo que incluye al dolor (Ciocca *et al.,* 2016).

Es por ello, que el objetivo de insensibilizar al animal antes de sangrarlo es lograr que este pierda instantáneamente la conciencia y no la recupere antes de la sangría, de manera que no sienta dolor, se inmovilice y sea más fácil y seguro para el operario manejarlo (FAO, 2013). Entre los indicadores que se pueden usar para determinar los efectos de la insensibilización o noqueo sobre el bienestar animal se mencionan los métodos directos e indirectos; los primeros evalúan variables conductuales y fisiológicas de los animales, así como la condición física de estos, mientras que los indicadores indirectos evalúan el ambiente y la infraestructura donde se encuentran los animales, así como el manejo que reciben por parte de las personas en los lugares de producción, comercialización y plantas de sacrificio. Por lo anterior el objetivo de este trabajo fue valorar los indicadores de retorno a la sensibilidad de bovinos aturdidos en un Rastro Tipo Inspección Federal.

V. HIPÓTESIS

El aturdimiento de bovinos sacrificados en un rastro Tipo Inspección Federal no cumple con los estándares internacionales de bienestar animal.

VI. OBJETIVO

Objetivo general:

Valorar los indicadores de retorno a la sensibilidad e inspección de cabeza de bovinos aturdidos en un Rastro Tipo Inspección Federal.

Objetivos específicos:

1. Evaluar los signos de sensibilidad entre aturdimiento y degüello del bovino mediante la observación.
2. Determinar la efectividad del disparo a través de una plantilla (HSA, 2006), en inspección de cabezas.
3. Medir el intervalo de tiempo entre el aturdimiento y degüello del bovino.

2.4 MATERIAL Y MÉTODOS

2.4.1. Localización del área de estudio y características del muestreo

La investigación se llevó a cabo en las instalaciones de una planta Tipo Inspección Federal (TIF) certificada para exportación de carne bovina. La planta está ubicada en el municipio de Culiacán, Sinaloa (107°27’46” LO y 24°43’14” LN), que cumple con los requisitos establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas: NOM-008-ZOO-1994; NOM-009-ZOO-1994; y NOM-033-SAG/ZOO-2014, con respecto a la regulación operativa para plantas de matanza TIF.

Se realizó un estudio de corte transversal y muestreo probabilístico (Jaramillo, 2010). Se obtuvo un mínimo de muestra de 344 canales bovinas, las cuales se registraron de un rastro Tipo Inspección Federal (TIF), de acuerdo a la siguiente fórmula con corrección por población finita:

$$n = \frac{N z^2 \, pq}{d^2 \, (N - 1) + z \, p}$$

(Daniel, 2013).

2.4.2. Descripción del proceso y obtención de las variables

La capacidad de matanza de la planta es de aproximadamente 40 bovinos por hora que resultan en 350 a 400 bovinos por jornada laboral. El proceso de matanza inicia cuando los bovinos ingresan a la antecámara de aturdimiento por una primera puerta de tipo guillotina, donde permanecen un breve lapso de tiempo en grupos de cuatro a cinco bovinos alineados uno detrás de otro; posteriormente, pasan por una segunda puerta tipo guillotina para acceder al cajón de aturdimiento, este último cuenta con una puerta de salida abatible de apertura horizontal y sus medidas son y no cuenta con sujetador de cabeza. Una persona se encarga de

dirigir a los bovinos de tal manera que no detengan su avance; auxiliado por el operario que realiza el aturdimiento. El aturdimiento se realiza con pistola neumática de perno penetrante (USSS-1 JARVIS® Jarvis Products Corporation; Middletown, CT, USA). Enseguida, el bovino se desliza por el piso al accionarse la puerta abatible, se coloca el gancho en el miembro posterior izquierdo y es izado, son desangrados, desollados y finalmente, en una secuencia de estaciones de trabajo, las canales obtenidas pasan a cuartos refrigerados.

Se valoró la efectividad del aturdimiento mediante signos de retorno a la sensibilidad que corresponden a:

- Fase tónica: se evalúa al momento en que el animal cae al recibir el disparo; el animal se encuentra rígido (FAO/OMS, 2004).
- Fase clónica: se registra después de la fase tónica ya que inicia a los 10-12 segundos posteriores, con posibles movimientos involuntarios de los miembros traseros (FAO/OMS, 2004).
- Respiración rítmica: Presencia de movimientos rítmicos en el flanco de los animales: otra forma de evaluar la respiración es al poner la mano en las fosas nasales y percibir la fuerza del aire expirado en forma rítmica (Gallo *et al.,* 2003).
- Reflejo corneal: Se registra el parpadeo o el movimiento ocular, cuando el evaluador coloca los dedos sobre la córnea del bovino (Gregory *et al.,* 2007).
- Arqueo de columna: Se evalúa en el izado y hasta la sangría, registrando aquellos casos en que el animal intente levantar la cabeza o cualquier otro movimiento que indique un intento de incorporación (Grandin, 2010).
- Sensibilidad al degüello: estímulo del dolor al momento del corte.
- Tiempo transcurrido entre el aturdimiento al degüello en segundos (0 a 30, 31 a 60 y >60 s).

Figura 5. Orden cronológico de medición de los indicadores de retorno a la sensibilidad en rastro.

2.4.3. Valoración de la efectividad del disparo

En el área de inspección de cabezas se registró el número de orificios por cráneo, la precisión del disparo respecto al punto ideal (0 a 2, 2.1 a 5 y 5.1 a 8 cm) y su orientación respecto al punto ideal que se registraron con una plantilla trasparente (Noreste, Sureste, Suroeste y Noroeste) [11]. La profundidad del orificio se midió con una barra de silicón graduada (0 a 3, 3.1 a 6, 6.1 a 9 y 9.1 a 12 cm), la trayectoria se evaluó de acuerdo con la dirección seguida por el perno respecto a la superficie ósea del cráneo como (perpendicular o diagonal). Se registraron los disparos en la nuca. Además, la presencia de contenido ruminal en tráquea y laringe y la edad en meses (≤30 o >30; basado en la cronología dentaria; la determinación la realizó un operario de la misma planta de matanza).

2.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

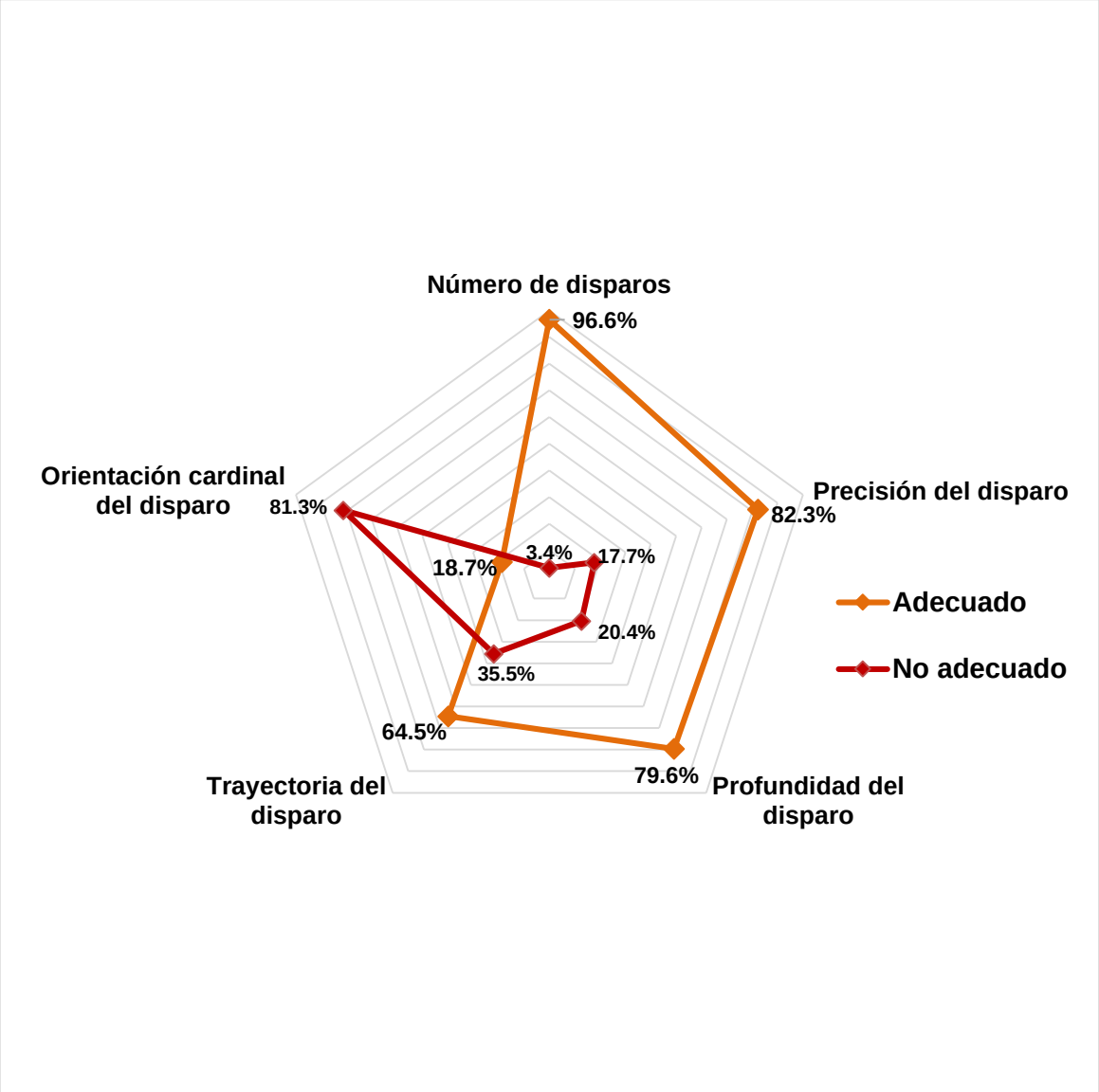

Figura 6. Gráfica radial de eficiencia del aturdimiento del ganado faenado.

En el presente estudio se observó que el 96.6% de los bovinos fueron aturdidos con un solo disparo. La caída del animal posterior al primer disparo no asegura la correcta insensibilización. Aquellos animales que presentan signos de sensibilidad post-aturdimiento se les aplica un segundo disparo con pistola portátil.

La precisión del disparo se destaca un 82.3% de cráneos con impacto dentro del rango de 0 a 2 cm del blanco, así como un 0.5% en el extremo de 5.1 a 8 cm. En cuanto a la localización del orificio en los cráneos, se observó una precisión baja respecto a los observados por Atkinson *et al.* (2013) quienes reportaron 92% de disparos en el punto ideal; los autores mencionan al respecto que si la pistola de perno penetrante no es colocada completamente perpendicular a la cabeza al momento del disparo puede reducir la fuerza y profundidad del impacto, lo que contribuye a reducir el efecto del aturdimiento. Cuando un animal es aturdido con suficiente fuerza y velocidad, la destrucción del cerebro produce insensibilidad inmediata y permanente, el corazón seguirá funcionando hasta que se debilite por el sangrado.

En cuanto a la profundidad del mismo, ésta osciló del rango 3.1 a 6 cm hasta 9.1 a 12 cm (11.6 y 8.8%, respectivamente); se destaca un 79.6% (908 cráneos) que estuvieron en el rango de 6.1 a 9 cm, información que se observa en la gráfica como adecuado. Para la trayectoria seguida por el perno penetrante a través del cerebro se observa que es adecuado, ya que la mayor parte (64.5%) lo hizo perpendicular al hueso frontal del cráneo, contra un 35.5% que registró una diagonal.

De los cinco aspectos de efectividad del disparo sólo la orientación cardinal del disparo no es adecuada.

La orientación cardinal del orificio registrado se inclinó al Sureste y Suroeste (31.6 y 24.5%, respectivamente); se destacan 216 cráneos (18.2%) que presentaron el orificio en el punto ideal (Centro) y 24 cráneos (2.1%) lo presentaron en la nuca. Siendo el único aspecto en la gráfica como el factor no adecuado, que podría inducir el retorno a la sensibilidad. En el presente estudio el 82% de los bovinos presentaron el disparo a una distancia de 2 cm o menos del punto ideal, mientras que Pérez-Linares *et al.* (2015) observaron un menor porcentaje (77.3%). Las fallas de diseño del cajón y la falta de un sujetador de cabeza pueden estar implicados en la variabilidad en la profundidad del orificio, así como el porcentaje con trayectoria diagonal (Gallo *et al.,* 2003).

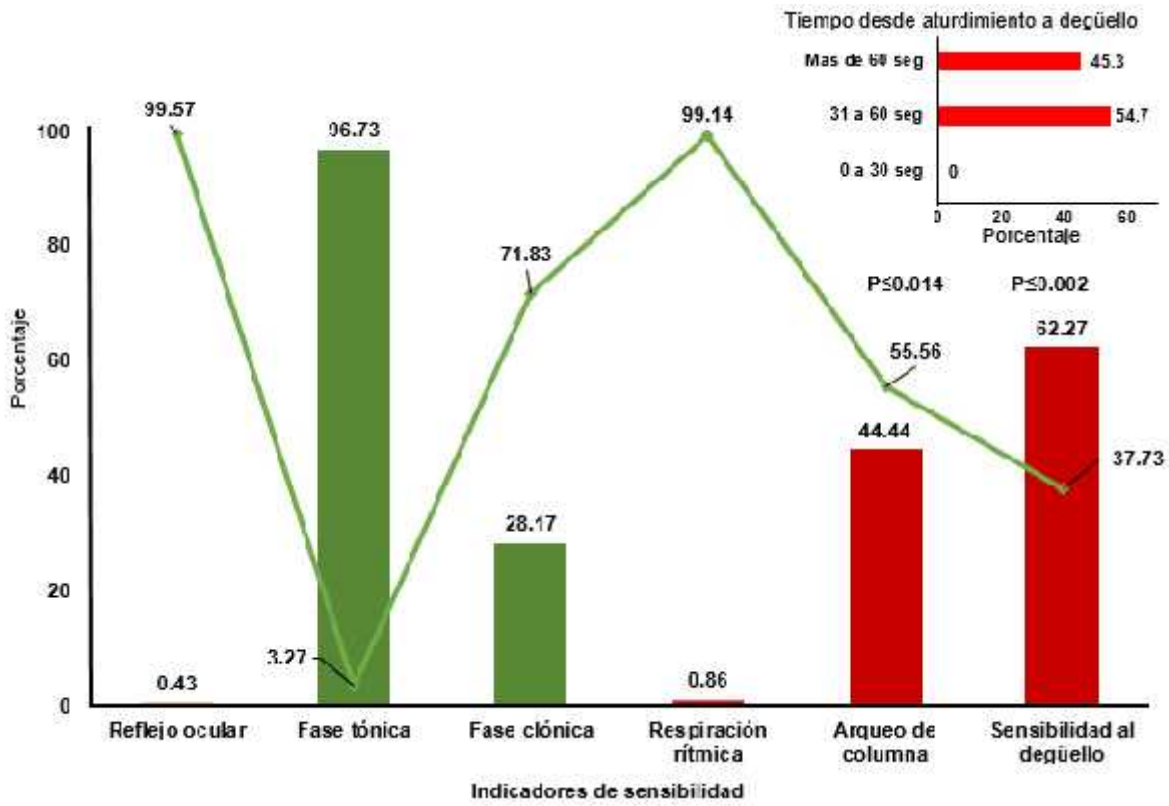

Figura 7. Signos de retorno a la sensibilidad.

Los resultados de la evaluación de indicadores del bienestar animal tras el aturdimiento se muestran en la figura 7. La frecuencia de presencia de reflejo ocular (0.43) no superaron el 1%. La frecuencia de reflejo ocular observada en este estudio fue 83% menor a la mencionada por Cartes (2000) con 2.6%, Concha (2010) con 4.9% y Gallo *et al.,* 2002, Pérez-Linares (2015) con 1.09% y Miranda-de la Lama et al. (2012), sin embargo, este no se superó el 1%, lo que refiere que en cuanto a este signo es bajo, demuestra la inconciencia del bovino aturdido después del disparo.

Un animal bien insensibilizado presenta el cuerpo rígido, fase conocida como tónica, esta fase es importante ya que el bovino debe ser desangrado en ella, antes de 15 segundos (HSA, 2006). En el presente estudio, esta fase se presentó en el 96.73% del ganado aturdido, estos resultados fueron superiores a los presentados por Villaruel *et al.* (2018) con 34.08% y más bajos a los reportados por Atkinson *et al.* (2013) con 99.6%.

La fase clónica se presenta después de la fase tónica, se encontró que el 28.17% presentó la fase clónica, por lo que el 71.83% no presentó la fase, resultados superiores a los encontrados por Pérez-Linares *et al.* (2015) que encontraron que en tres diferentes plantas de sacrificio un rango de 28.1 a 64.3% de bovinos no presentaron la fase clónica, en tanto que en el estudio de Villaruel *et al.* (2018) el 34.08% no presentó la fase clónica.

La HSA (2016) indica que un aturdimiento efectivo implica el colapso inmediato, presentación de una actividad tónica (fase tónica) exagerada seguida de relajación y movimientos involuntarios de patada (fase clónica) y no deben de presentarse respiración rítmica, ni reflejos en la córnea, además de mandíbula y lengua relajadas.

En lo que respecta a la respiración rítmica mostró un 0.86%, porcentaje muy por debajo a los presentados en Atkinson (2013) con un 1.3%, Gregory (2007) con 2.7 y Romero (2012) con 1.9%.

Por otro lado, los signos de retorno a la sensibilidad con el porcentaje alto encontrados en la planta fueron arqueo de columna (44.4%). Resultados de Pérez-Linares *et al.* (2015) reportaron intentos de levantar la cabeza hasta en un 34%, mientras que Miranda de la Lama *et al.* (2012) reportó un 47% de intentos de levantar la cabeza, lo que en el presente estudio se registró como arqueo de cabeza y columna en conjunto.

La sensibilidad al degüello se presentó un 62.2%. Pérez-Linares *et al.* (2015) reportaron sensibilidad al corte de cuernos (2.6%) lo que se pudiera contrastar con los observados en el presente trabajo (sensibilidad al degüello) aunque el corte ocurra después en la línea de sacrificio indicarían un aturdimiento ineficiente.

En la normativa mexicana (NOM, 2014), se estipula que el ganado debe ser desangrado dentro de los primeros 20 segundos después del aturdimiento y no sobrepasar los 60 segundos. Sin embargo, en los resultados del presente trabajo más del 50% de los bovinos fueron desangrados entre 31 a 60 segundos y el resto de los animales en tiempo mayor a un minuto. Pérez-Linares *et al.* (2015)

observaron que solo en un 6% de los bovinos sacrificados en tres diferentes plantas fueron desangrados antes de los 30 segundos después del aturdimiento y un 69% más de un minuto. En el presente trabajo, el tiempo entre aturdimiento y desangrado >60 segundos provocó un incremento en el porcentaje de bovinos que arquearon la columna y sensibilidad del degüello, lo anterior pudo deberse a que pasado este lapso de tiempo los bovinos tienden a recobrar algo de sensibilidad o en el caso de no estar correctamente aturdidos este indicador se manifiesta en mayor grado (Gallo *et al.* 2003). Con base a esta misma referencia era de esperarse que animales que recibieron un aturdimiento correcto en cuanto a la distancia ≤2 cm del punto ideal, con trayectoria perpendicular y un tiempo ≤60 segundos entre el aturdimiento al degüello se redujeran los signos de sensibilidad, sin embargo, la reducción sólo tuvo diferencia significativa en una variable, posiblemente debido a la falta de un sujetador de cabeza como principal factor ya que el animal esté sujeto e inmóvil repercute de manera significativa en la mejora de los indicadores de inconsciencia de los bovinos (Romero *et al.,* 2013).

Cómo se aprecia en las Figuras 6 y 7, el proceso de aturdimiento se realiza de forma adecuada, sin embargo los factores que pueden contribuir a retrasar el inicio del desangrado en la planta de matanza son falta de coordinación entre los operarios responsables del aturdimiento y el desangrado, dificultad de expulsar los animales del cajón de insensibilización por fallas de diseño, lenta transferencia al riel y etapa de desangrado por equipamiento o mal diseño de riel, pobre entrenamiento y capacitación del personal, falta de calibración y mantenimiento del equipo, uso de cartuchos húmedos, cansancio del personal por sobrecarga de funciones (Romero, 2017), lo que llega a alargar el periodo aturdimiento-disparo y por consiguiente, el retorno a la sensibilidad. Misma que se muestra en la gráfica con un efecto significativo en los signos de arqueo de columna ($P \leq 0.014$) y sensibilidad al degüello ($P \leq 0.002$). Dentro de la planta de sacrificio evaluada ocurrieron diferentes factores mencionados anteriormente, lo que contribuyó al retorno de sensibilidad en el bovino aturdido, estos factores se deben principalmente a las fallas en logística de la planta, ya que el operario encargado de izar a los animales insensibilizados ejerce la labor de registrar los aretes y

además pesa a los bovinos aturdidos, proceso que toma segundos valiosos del intervalo aturdimiento-desangrado. Otro factor importante es que el operario encargado de izar a los animales al igual que el aturdidor pueden trabajar largos periodos (8 hasta 12 horas) continuos de tiempo sin relevos, lo cual puede llevar al factor cansancio. Lo anterior sumado a las fallas en instalaciones y material adecuado o deficiente, no permite el flujo para alcanzar los 20 segundos estipulados por la NOM-033-ZOO-1995, ni siquiera los 60 segundos para asegurar la inconciencia en el ganado durante el desangrado por lo que se requiere la capacitación del personal y equipamiento adecuado, como sucedió en el trabajo de Gallo *et al.* (2003) donde, redujeron el tiempo a menos de un minuto.

2.6 CONCLUSIÓN

En el presente estudio se determinó que el aturdimiento de bovinos sacrificados en un rastro TIF no cumple con los estándares internacionales de bienestar animal, dado que los factores que evidencian el retorno a la sensibilidad están fuera de los rangos aceptados por la HSA. Con esto, se hace evidente las deficientes instalaciones y la preparación de los operarios en cuanto a bienestar animal dentro de la planta. Ya que, como bien los porcentajes dentro de la precisión del disparo son aceptables, los animales recuperan la conciencia en el intervalo que va del disparo al degüelle, situación que se refleja en los porcentajes de arqueo de columna y sensibilidad al degüello, ya que durante esta etapa se excede los 30 segundos recomendados e incluso rebasa los 60 segundos que son estipulados de tolerancia por la HSA. Esta situación esta relacionada al diseño de la planta en el área del izado del animal insensibilizado, que entorpece las labores del personal.

Situación que plantea la propuesta de recomendar la capacitación del personal, al igual que la mejora de las instalaciones, en el área de aturdimiento y desangrado.

3.8. LITERATURA CITADA

Aluja, A.S. 2011. Bienestar animal en la enseñanza de Medicina Veterinaria y Zootecnia: ¿Por qué y para qué? Veterinaria México, 42(2), 137-147.

Atkinson S, Velarde A, Algers B. 2013. Assesment of stun quality at commercial slaughter in cattle shot with captive bolt. Animal Welfare, 22:473-481.

Anderson, B. 1978. The Australian Carcass Bruise Scoring System. Proc. Aust. Soc. Anim. Prod 12, 242.

Andrade, E. N., Silva, R. A. M. S., Roça, R. O., Silva, L. A. C., Gonçalves, H. C., & Pinheiro, R. S. B. 2008. Occurrence of carcass bruising of beef cattle in the Pantanal related to time spent transport. Ciência Rural, 38(7), 1991-1996.

Balshem, H., Helfand, M., Schunemann, H. J., Oxman, A. D., Kunz, R., Brozek, J., . . . Guyatt, G. H. (2011). GRADE guidelines: 3. Rating the quality of evidence. Journal of Clinical Epidemiology, 64(4), 401-406.

Bertoloni, W., da Silva, J. L., de Abreu, J. S., & Andreolla, D. L. (2012). Welfare and bruise index of cattle transported in different distance and trucks design in the Mato Grosso state - Brazil. Revista Brasileira de Saude e Producao Animal, 13(3), 850-859.

Bethancourt-Garcia, J. A., Vaz, R. Z., Vaz, F. N., Silva, W. B., Pascoal, L. L., Mendonça, F. S., . . . Restle, J. 2019. Pre-slaughter factors affecting the incidence of severe bruising in cattle carcasses. Livestock Science, 222, 41-48.

Boleman, S. L., Boleman, S.J., Morgan, W.W, Hale., D.S, Griffin, D.B., Savell, J.W. 1998. National Beef Quality Audit-1995: Survey of Producer-Related Defects and Carcass Quality and Quantity 1. J. Anim. Sci. 76, 96–103.

Bonfill, X., & Schapira, P. 2010. Importancia de la medicina basada en la evidencia para la práctica clínica. Colombia Médica, 41(2), 186-193.

Broom D.M. 1986. Indicators of poor welfare. Br Vet J 142:524–526.

Cardoso, M. R. P., Moura, M. S., & Moreira, M. D. 2011. Occurrence of bruises in slaughtered cattle carcasses in a slaughter plant in Uberlândia-MG. PUBVET, 5(6).

Ciocca, J. R., Moretti-Rueda, P., Paranhos da Costa, M., Huertas, S.M., Cesar, D. (2016). Capítulo 33. El bienestar del bovino: manejo *ante mortem* y métodos de aturdimiento.Bienestar animal. 3a. edición.

Costa, L. N., Fiego, D. P. L., Tassone, F., & Russo, V. (2006). The relationship between carcass bruising in bulls and behaviour observed during pre-slaughter phases. Veterinary Research Communications, 30, 379-381.

Crosi, G., Prado, M., Huertas, S., Imelio, J., Piaggio, J., & Gil, A. (2015). Estudio observacional sobre presencia y caracterización de hematomas en carcasas vacunas de Uruguay. Salud y Tecnología Veterinaria, 3(2), 41-50.

da Silva, B., Bueno de Mattos, M. R., Carla de Oliveira, H., Ribeiro, H., de Fátima, K., & Giaretta, N. (2014). Quantity, location, and description of bruises in beef cattle slaughtered under sanitary Inspection. Acta Scientiae Veterinariae, 42(1), 1-6.

Díaz, A. 2012. Bienestar, comportamiento y salud animal en la producción ganadera. Mundo pecuario. 8(1):1-15.

Estrada, M. S. 2010. Manejo productivo de un sistema intensivo de engorde bovino “feedlot” en la hacienda meyer ranch (dakota del norte, estados unidos) Sebastián. Corporación Universitaria Lasallista, Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias. http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/364/1/Manejo_productivo_feedlot_Estados_Unidos.pdf. (Consulta, noviembre 2017).

Ferguson, D. M. y Warner, R. D. 2008. Have we underestimated the impact of pre-slaughter stress on meat quality in ruminants?”. Meat Science, 80(1), pp. 12–

19.

Fordyce, G., Wythes, J. R., Shorthose, W. R., Underwood, D. W., & Shepherd, R. K. (1988). Cattle Temperaments In Extensive Beef Herds In Northern Queensland: 2. Effect of Temperament On Carcass and Meat Quality. Australian Journal of Experimental Agriculture, 28(6), 689-693.

Gallo, C. B., Perez, V. S., Sanhueza, V. C., & Gasic, Y. J. (2000). Effects of transport time of steers before slaughter on behaviour, weight loss and some carcass characteristics. Archivos de Medicina Veterinaria, 32(2), 157-170.

Gallo, C. B., Espinoza, M. A., & Gasic, J. 2001. Effects of 36 hours road transport with or without a resting period on live weight and some meat quality aspects in cattle. Archivos de Medicina Veterinaria, 33(1), 43-53.

Gallo C, Teuber C, Cartes M, Uribe H, Grandin T. 2003. Mejoras en la insensibilización de bovinos con pistola neumática de proyectil retenido tras cambios de equipamiento y capacitación del personal. Arch Med Vet 35:159-170.

Gallo, C. y Néstor, T. 2008. Bienestar animal y calidad de carne durante los manejos previos al faenamiento en bovinos. Revista electrónica de veterinaria, IX, pp. 1695–7004.

Gallo, C. B. y Huertas, S. M. 2015. Main animal welfare problems in ruminant livestock during preslaughter operations: a South American view. Animal 10, 1–8 (2015).

Gallo, C. B., & Huertas, S. M. (2016). Main animal welfare problems in ruminant livestock during preslaughter operations: a South American view. Animal, 10(2), 357-364.

Garcia, L. G. 2008. National Beef Quality Audit 2005: Survey of targeted cattle and carcass characteristics related to quality, quantity, and value of fed steers and heifers. J. Anim. Sci. 86, 3533–3543.

Garcia, R., Bolaños, D., Orozco, H., Gonzalez, M., Caballero, S., Mota, D. 2016.

Capítulo 29. Dolor durante la matanza de animales para consumo. Libro Bienestar animal. Elsevier, España.

Gil, S.B. 2004. Sistema de producción de carne bovina: Engor-de intensivo (feedlot). Elementos que intervienen y posibles impactos en el medio ambiente. http://www.ingenieroambiental.com/new3informes/feedlot.htm (Consulta, noviembre 2017).

Gisbert, J. P., & Bonfill, X. (2004). ¿Cómo realizar, evaluar y utilizar revisiones sistemáticas y metaanálisis? Gastroenterología y hepatología, 27(3), 129-149.

Grandin, T. 2000. Las contusiones en el ganado engordado a corral y a campo. Proceedings, Livestock Conservation Institute pp. 193-201.

Grandin, T. 2000. Las contusiones en el ganado engordado, 201(1995), pp. 5–7.

Henao V.S. 2013. Bienestar animal: más que una moda. CES Medicina Veterinaria y Zootecnia, 8(2), 12-12.

Grandin, T. (2007). Livestock handling and transport (3 ed.). Wallingford, Oxfordshire: CAB International.

Grandin, T. (2017). On-farm conditions that compromise animal welfare that can be monitored at the slaughter plant. Meat science, 132, 52-58.

Gregory, N. G. (2005). Recent concerns about stunning and slaughter. Meat Science, 70(3), 481-491.

Gregory, N. G. (2008a). Animal welfare at markets and during transport and slaughter. Meat Science, 80(1), 2-11.

Gregory, N. G. (2008b). Pain: pain associated with trauma. In J. K. Kirkwood, R. C. Hubrecht & E. A. Roberts (Eds.), Physiology and behaviour of animal suffering (pp. 94-103). London, UK: Blackwell Science.

Goldhawk, C., Janzen, E., González, L. A., Crowe, T., Kastelic, J., Kehler, C., . . . Schwartzkopf-Genswein, K. S. (2015). Trailer temperature and humidity

during winter transport of cattle in Canada and evaluation of indicators used to assess the welfare of cull beef cows before and after transport. Journal of Animal Science, 93(7), 3639-3653.

González, I. F., Urrútia, G., y Alonso-Coello, P. (2011). Revisiones sistemáticas y metaanálisis: bases conceptuales e interpretación. Revista española de cardiología, 64(8), 688-696.

Higgins, J. P., & Green, S. (2011). Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions. In J. P. T. Higgins & S. Green (Series Eds.), J. P. T. Higgins & S. Green (Eds.), (pp. 614). Retrieved from http://training.cochrane.org/handbook

Hoffman, D., Spire, M., Schwenke, J., & Unruh, J. (1998). Effect of source of cattle and distance transported to a commercial slaughter facility on carcass bruises in mature beef cows. Journal of the American Veterinary Medical Association, 212(5), 668-672.

Hoffman D.E., Spire M.E., Schwenke J.R., Unruh J.A. 1998 Effect of source of cattle and distance trans- ported to a commercial slaughter facility on carcass bruises in mature beef cows. Journal of the American Veterinary Medical Association 212, 668–672.

HSA. 2006. Humane Slaughter Association. Aturdimiento de animales por perno cautivo. Stun-to-Stick Times (Electrical Stunning). Humane Slaughter Association. Nota Técnica 17:1-2.

HSA. 2016. Humane Slaughter Association. Aturdimiento de animales por perno cautivo [Internet]. HSA (Citado 2019 diciembre). Disponible de: https://www.hsa.org.uk/desangrado-y-descabello/desangrado

Huertas, S.M., Gil, A., Zaffaroni, R., De Freitas, J., Cernicchiaro, N., Suanes, A., Vila, F., Piaggio, J., Nuñez, A., y Pullen, M. 2002. Presence of Bruisis in Cattle Slaughtered in Uruguay.

Huertas, C.S.M. 2009. El Bienestar Animal: un Tema Científico, Ético, Económico y Político. Agrociencia (2009) Vol XIII N° 3. pág. 45-50.

Huertas, S. M. 2012. Buenas prácticas de manejo durante el embarque y transporte a la planta de sacrificio. in Bienestar animal: Productividad y calidad de la carne (eds. D Mota-Rojas, S. & Huertas, I. G. and M. T.) Elsevier. 139–153

Huertas, S. M., van Eerdenburg, F., Gil, A., Piaggio, J. 2015. Prevalence of carcass bruises as an indicator of welfare in beef cattle and the relation to the economic impact. Veterinary Medicine and Science, 1(1), 9–15.

Huertas, S. M., Gil, A. D., Piaggio, J. M., & Van Eerdenburg, F. J. C. M. (2010). Transportation of beef cattle to slaughterhouses and how this relates to animal welfare and carcase bruising in an extensive production system. Animal Welfare, 19(3), 281-285.

Huertas, S. M., Kempener, R., & van Eerdenburg, F. J. C. M. (2018). Relationship between Methods of Loading and Unloading, Carcass Bruising, and Animal Welfare in the Transportation of Extensively Reared Beef Cattle. Animals (Basel), 8(7).

INAC. Auditoría de calidad de la cadena cárnica vacuna del uruguay 2013 – 2015.

INN (Instituto Nacional de Normalización). 2012. Norma Chilena Oficial NCh 1306 of 2002. Canales de bovino: Definiciones y tipificación. 3–5.

Lastra, I. de J. M. y Peralta, M. de los Á. A. 2000. La producción de carnes en México y sus perspectivas 1990-2000. Disponible en: http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Lists/Estudios de situacin actual y perspectiva/Attachments/19/carne.pdf. (Consulta, diciembre 2017).

Lean, I., Rabiee, A., Duffield, T., & Dohoo, I. (2009). Invited review: Use of meta-analysis in animal health and reproduction: Methods and applications. Journal of Dairy Science, 92(8), 3545-3565.

Lee, T., Reinhardt, C., Bartle, S., Vahl, C., Siemens, M., & Thomson, D. (2017). Assessment of risk factors contributing to carcass bruising in fed cattle at commercial slaughter facilities. Translational Animal Science, 1(4), 489-497.

Letelier, L. M., Manríquez, J. J., & Rada, G. 2005. Revisiones sistemáticas y metaanálisis: ¿Son la mejor evidencia?. Revista médica de Chile, 133(2), 246-249.

Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P. A., . . . Moher, D. (2009). The PRISMA Statement for Reporting Systematic Reviews and Meta-Analyses of Studies That Evaluate Health Care Interventions: Explanation and Elaboration. PLOS Medicine, 6(7), e1000100.

Losada-Espinosa, N., Villarroel, M., Maria, G. A., & Miranda-de la Lama, G. C. (2018). Pre-slaughter cattle welfare indicators for use in commercial abattoirs with voluntary monitoring systems: A systematic review. Meat Science, 138, 34-48.

Ludtke CB, Panim JR, Dandin T, Cruz-Barbalho P, Vilela J, Dalla-Costa O. Abate humanitária de súinos. 2010. 1ª Ed. Brasil, Sociedade Mundial de Proteção Animal (WSPA). 1-119

Mateos, M. C. 2003. Bienestar animal, sufrimiento y consciencia. Cáceres: Universidad de Extremadura, Servicio de Publicaciones. España

Méndez, D. R. 2017. Bienestar Animal en rastros de Bovinos en México. in Diplomado en Bienestar animal y producción pecuaria sostenible (Universidad Nacional Autónoma de México, 2017).

Muñoz, M.R. 2014 Bienestar animal: un reto en la producción pecuaria. Spei Domus. 2014;10(20):31-40.

McCausland, I., & Millar, H. (1982). Time of occurrence of bruises in slaughtered cattle. Australian Veterinary Journal, 58(6), 253-255.

McNally, P. W., & Warriss, P. D. (1996). Recent bruising in cattle at abattoirs. Veterinary Record, 138(6), 126-128.

Mendonça, F. S., Vaz, R. Z., Leal, W. S., Restle, J., Pascoal, L. L., Vaz, M. B., & Farias, G. D. (2016). Genetic group and horns presence in bruises and economic losses in cattle carcasses. Semina:Ciencias Agrarias, 37(6), 4265-4274.

Mendonça, F. S., Vaz, R. Z., Vaz, F. N., Leal, W. S., Silveira, I. D. B., Restle, J., . . . Cardoso, F. F. (2019). Causes of bruising in carcasses of beef cattle during farm, transport, and slaughterhouse handling in Brazil. Animal Science Journal, 90(2), 288-296.

Menezes, L. D. M. (2018). Analysis of intrinsic and transportation variables about bruises profile in cattle carcasses. Revista Electronica de Veterinaria, 19(8).

Miranda-de la Lama, G. C., Leyva, I. G., Barreras-Serrano, A., Pérez-Linares, C., Sánchez-López, E., María, G. A., & Figueroa-Saavedra, F. (2012). Assessment of cattle welfare at a commercial slaughter plant in the northwest of Mexico. Tropical Animal Health and Production, 44(3), 497-504.

Miranda-de la Lama, G. C., Villarroel, M., & María, G. A. (2014). Livestock transport from the perspective of the pre-slaughter logistic chain: a review. Meat Science, 98(1), 9-20.

Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., . . . Group, P.-P. (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. Systematic Reviews, 4(1), 1.

Njisane, Y. Z., & Muchenje, V. (2017). Farm to abattoir conditions, animal factors and their subsequent effects on cattle behavioural responses and beef quality—A review. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 30(6), 755.

NOM-033-SAG/ZOO-2014. 2014. Métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres. (Citado diciembre 2019). Disponible de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/133499/4._NORMA_OFICIAL_MEXICANA_NOM-033-SAG-ZOO-2014.pdf

Paranhos da Costa, M., Huertas, S. M., Gallo, C., & Dalla Costa, O. A. (2012). Strategies to promote farm animal welfare in Latin America and their effects on carcass and meat quality traits. Meat Science, 92(3), 221-226.

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; 47:375-380.

Petroni, R., Bürger, K. P., Gonçalez, P. O., Rossi, G. A. M., Vidal-Martins, A. M. C., & Aguilar, C. E. G. (2013). Bruises occurrence in cattle carcasses at a slaughterhouse. Revista Brasileira de Saude e Producao Animal, 14(3), 478-484.

Ocampo, A,, Cardozo, A., Tarazona,. A, Ceballos, M., Murgueitio, E. 2011. La investigación participativa en bienestar y comportamiento animal en el trópico de América: oportunidades para nuevo conocimiento aplicado. Rev Colom Cienc Pec. 2011;24(3).

de Ramírez, A. D. 2012. Bienestar, comportamiento y salud animal en la producción ganadera. Mundo pecuario, 8(1), 01-15.

Organización mundial de la sanidad animal. OIE. 2012. Código sanitario para los animales terrestres. Titulo 7. Bienestar de los animales, capítulo 7.1. Introducción a las recomendaciones para el bienestar animal. Disponible en http://www.oie.int/index.php?id=169&L=2&htmfile=chapitre_aw_introduction.htm. Consultado, diciembre 2019.

Ramsay, W. R., Meischke, H. R., & Anderson, B. (1976). The effect of tipping of horns and interruption of journey on bruising in cattle. Australian Veterinary Journal, 52(6), 285-286.

Rebagliati, J. E., Ballerio, M., Acerbi, R., Diaz, M., Alvarez, M., Bigatti, F., . . . Gonzalez, C. (2008). Evaluación de las prácticas ganaderas en bovinos que causan perjuicios económicos en plantas frigoríficas de la República

Argentina (2005). REDVET. Revista electrónica de Veterinaria, 9(10B), 11-40.

Romero, M.P., Sánchez, J.V. 2011. Capítulo 4. Bienestar animal durante el transporte y su relación con la calidad de la carne bovina. Rev.MVZ Córdoba 17(1): 2936.

Romero, M. H., Velásquez, L. F. U., & Valencia, J. A. S. 2010. El transporte terrestre de bovinos y sus implicaciones en el bienestar animal: Revisión. Biosalud, 9(2), 67-83.

Romero, M. H., Gutierrez, C., & Sanchez, J. A. (2011). Evaluation of preslaughter management and its relationship with the bruises presence on beef carcasses. Biosalud, 10(2), 28-36.

Romero, M. H., Uribe-Velasquez, L. F., Sanchez, J. A., & Miranda-de la Lama, G. C. (2013). Risk factors influencing bruising and high muscle pH in Colombian cattle carcasses due to transport and pre-slaughter operations. Meat Science, 95(2), 256-263.

Romero, M.H. y Miranda-de la Lama, G. C. 2015. Factores de riesgo que influyen en la incidencia de hematomas y alto ph muscular en canales vacunas durante el transporte y las operaciones pre-sacrificio en colombia. AIDA, II, pp. 591–593.

Romero, M.H., Sánchez, V. J. A. 2017. Bienestar Animal: Desafíos actuales en la Medicina Veterinaria y Zootecnia. Capítulo IV. Red Nacional De Bienestar Animal, Inocuidad Alimentaria y Bioética: 17.

Souza, F., Zambarda, V. R., Silveira, L. W., Restle, J., Pascoal, L., Bitencourt V. M., Duarte F. G. 2016. Genetic group and horns presence in bruises and economic losses in cattle carcasses. Semina: Ciências Agrárias, 37 (6), 4265-4273.

Rushen, J., Passillé, A.M. de, von Keyserlingk, M.A.G., Weary, D.M. 2008. The welfare of cattle.

Santos, A. M. dos. 2009. Ocorrência de contusões em carcaças bovinas e suas perdas econômicas. 2009. 28f. Monografia – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2009.

Sepúlveda, N., Gallo, C. y Allende, R. 2007. Importancia Del Bienestar Animal En Producción Bovina. Arch. Latinoam. Prod. Anim., 15, pp. 127–132.

Sanchez-Perez, J. N., Felix-Leyva, B. J., Velazquez-Valdez, D. Z., Portillo-Loera, J. J., Rosiles, J. R., Montero-Portero, A., . . . Davila-Ramos, H. (2019). Regional and national prevalence of carcass bruising in bovines during slaughter: A meta-analysis of primary studies from 16 countries. Submitted to Meat Science.

Schwartzkopf-Genswein, K., Faucitano, L., Dadgar, S., Shand, P., González, L., & Crowe, T. (2012). Road transport of cattle, swine and poultry in North America and its impact on animal welfare, carcass and meat quality: A review. Meat science, 92(3), 227-243.

Strappini, A. C., Frankena, K., Metz, J. H. M., Gallo, B., & Kemp, B. (2010). Prevalence and risk factors for bruises in Chilean bovine carcasses. Meat Science, 86(3), 859-864.

Strappini, A. C., Frankena, K., Metz, J. H. M., Gallo, C., & Kemp, B. (2012). Characteristics of bruises in carcasses of cows sourced from farms or from livestock markets. Animal, 6(3), 502-509.

Strappini, A. C., Metz, J. H., Gallo, C. B., & Kemp, B. (2009). Origin and assessment of bruises in beef cattle at slaughter. Animal, 3(5), 728-736.

Strappini, A. C., Metz, J. H. M., Gallo, C., Frankena, K., Vargas, R., de Freslon, I., & Kemp, B. (2013). Bruises in culled cows: when, where and how are they inflicted? Animal, 7(3), 485-491.

Toews, L. C. (2017). Compliance of systematic reviews in veterinary journals with Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis (PRISMA) literature search reporting guidelines. Journal of the Medical

Library Association, 105(3), 233.

Valadez-Noriega, M., Estévez-Moreno, L., Rayas-Amor, A., Rubio-Lozano, M., Galindo, F., & Miranda-de la Lama, G. (2018). Livestock hauliers' attitudes, knowledge and current practices towards animal welfare, occupational wellbeing and transport risk factors: A Mexican survey. Preventive veterinary medicine, 160, 76-84.

van Driel, M. L., De Sutter, A., De Maeseneer, J., & Christiaens, T. (2009). Searching for unpublished trials in Cochrane reviews may not be worth the effort. J Clin Epidemiol, 62(8), 838-844 e833.

van de Weerd, H. y Sandilands, V. 2009. Erratum to 'Bringing the issue of animal welfare to the public: A biography of Ruth Harrison (1920-2000)' [Appl. Anim. Behav. Sci. 113 (2008) 404-410]. Applied Animal Behaviour Science, 116(2–4), p. 306.

Villaruel, A. G., Barrios, R. M. M., Xochihua, J. M., & Mascareño, J. R. 2018. Evaluación de indicadores de bienestar de bovinos en rastros Tipo Inspección Federal de Sonora, México: desembarque y cajón de noqueo. Nacameh, 12(2), 42-52.

Warriss, P. D. (1990). The handling of cattle pre-slaughter and its effects on carcass and meat quality. Applied Animal Behaviour Science, 28(1-2), 171-186.

Weeks, C. A., McNally, P. W., & Warriss, P. D. (2002). Influence of the design of facilities at auction markets and animal handling procedures on bruising in cattle. Veterinary Record, 150(24), 743-748.

Wigham, E. E., Butterworth, A., & Wotton, S. (2018). Assessing cattle welfare at slaughter – Why is it important and what challenges are faced? Meat Science, 145, 171-177.

Wythes JR, Kaus RK and Newman GA. 1985. Bruising in beef cattle slaughtered at an abattoir in Southern Queensland. Australian Journal of Experimental

Agriculture and Animal Husbandry 25, 727–73

Youngers, M., Thomson, D., Schwandt, E., Simroth, J., Bartle, S., Siemens, M., & Reinhardt, C. (2017). Case Study: Prevalence of horns and bruising in feedlot cattle at slaughter. The Professional Animal Scientist, 33(1), 135-139.

IX. ANEXOS

Cuadro 19. Indicadores de retorno a la sensibilidad valorados en los bovinos al salir del cajón de aturdimiento.

n=1161; 1intervalo de confianza al 95%.

Variable	**Si (%)**	**IC95%[1]**	**No (%)**	**IC95%[1]**
Reflejo ocular	5 (0.43)	0.1 a 1	1156 (99.57)	99.0 a 99.8
Fase tónica	1123 (96.73)	95.5 a 97.6	38 (3.27)	2.33 a 4.4
Fase clónica	327 (28.17)	25.5 a 30.8	834 (71.83)	69.1 a 74.4
Respiración rítmica	10 (0.86)	0.4 a 1.5	1151 (99.14)	98.4 a 99.5
Arqueo de columna	516 (44.44)	41.5 a 47.3	645 (55.56)	52.6 a 58.4
Sensibilidad al degüello	723 (62.27)	59.4 a 65	438 (37.73)	34.9 a 40.5

Cuadro 20. Variables evaluadas en las cabezas de los bovinos, indicadores de aturdimiento efectivo.

Variable		**Número**	**%**
Intervalo aturdimiento al desangrado (s)	0 a 30	0	0
n=1143	31 a 60	625	54.7
	>60	518	45.3
Número de disparos	1	1119	96.6
n=1159	2	35	3.0
	3	5	0.4
Precisión del disparo (cm)	0 a 2	938	82.3
n=1140	2.1 a 5	196	17.2
	5.1 a 8	6	0.5
Profundidad del disparo (cm)	0 a 3	0	0
n=1140	3.1 a 6	132	11.6
	6.1 a 9	908	79.6
	9.1 a 12	100	8.8
Trayectoria del disparo	Perpendicular	740	64.5
n=1148	Diagonal	408	35.5
Orientación cardinal del disparo	Centro	216	18.7
n= 1157	Nuca	24	2.1
	Noreste	124	10.6
	Noroeste	138	11.8

	Sureste	369	31.6
	Suroeste	286	24.5
Presencia de contenido ruminal, n=1168		170	14.6

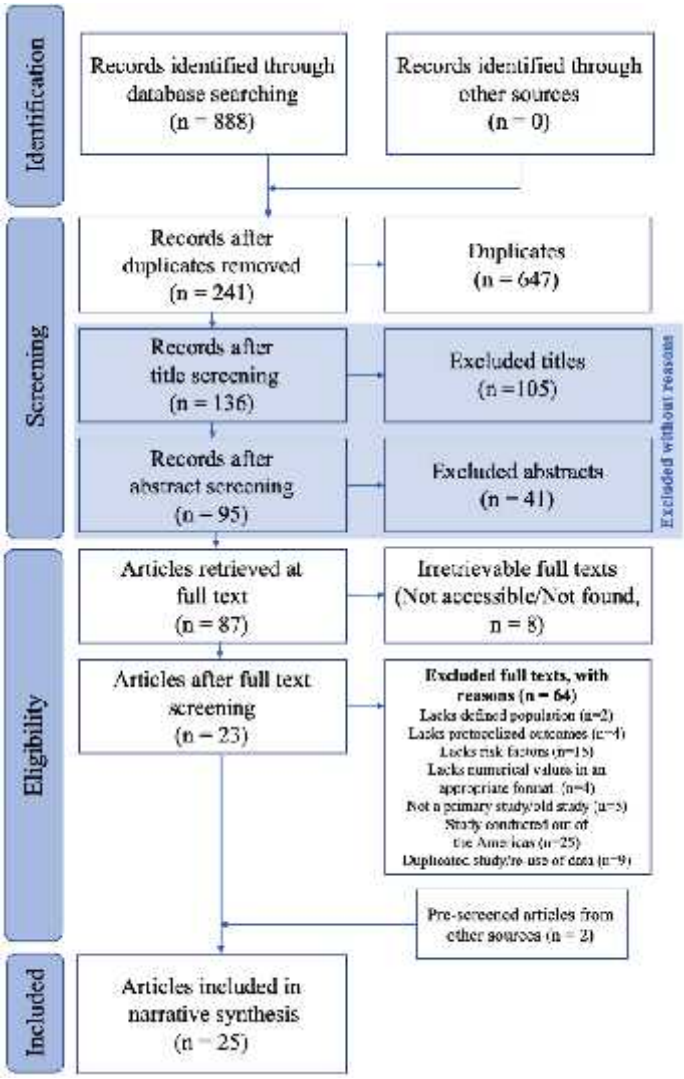

Figura 4. Diagrama de flujo PRISMA combinado para la selección de los estudios incluidos en la revisión sistemática.

ESTA TESIS FUE REALIZADA POR LA **M.V.Z. BRISEYDA JATZEL FÉLIX LEYVA**, BAJO LA DIRECCIÓN DEL CONSEJO PARTICULAR QUE SE INDICA; Y HA SIDO APROBADA POR EL MISMO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

(SELLO DE POSGRADO)

CONSEJO PARTICULAR:

DIRECTOR _____

DR. HORACIO DÁVILA RAMOS

CO-DIRECTOR _____

DR. JUAN CARLOS ROBLES ESTRADA

ASESOR _____

DR. JESÚS JOSÉ PORTILLO LOERA

ASESOR _____

DR. FRANCISCO GERARDO RÍOS RINCÓN

ASESOR _____

DR. JOSÉ ADRIÁN FÉLIX BERNAL

CULIACÁN, SINALOA, MARZO DE 2020