

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA AGRARIA DE COLOMBIA “UNIAGRARIA”



“ANÁLISIS DE FACTORES PRE Y POST OPERATIVOS EN PLANTA DE BENEFICIO BOVINA QUE AFECTAN LA CALIDAD Y EL PH DE LA CANAL”

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MEDICO VETERINARIO “ANTEPROYECTO MONOGRAFIA”

AUTORES: JUAN SEBASTIÁN PINZÓN VIRACACHA; KEVIN JEFREY SÁNCHEZ CANTE

TUTOR: DR. DIEGO ALEXANDER HERNANDEZ PULIDO

BOGOTÁ - COLOMBIA

2023

INDICE DE CONTENIDOS

Justificación	5
Descripción del problema	7
Objetivos	9
Objetivo general	9
Objetivos específicos	9
Marco teórico	10
Causas ante mortem.....	10
Estrés.....	10
Calidad de la carne del animal estresado	11
Clasificación de las lesiones.....	12
Grado.....	12
Región	12
Transporte	13
Ayuno.....	14
Insensibilización	15
Causas post mortem.....	16
Temperatura.....	16
pH	17
Capacidad de retención de agua	17
Carnes DFD y PSE	18
Carnes DFD	18
Carnes PSE.....	18
Comportamiento del pH en la carne DFD y PSE	18

Metodología	19
Plan de trabajo	22
Factores que más influyen en la variación de pH de las canales bovinas	23
El tiempo de espera y su relación con las contusiones y el pH.....	24
El tiempo de ayuno y su relación con el Ph	27
La temperatura.....	30
Cómo los factores pre y post operativos inadecuados alteran la calidad e inocuidad de la canal para disminuir las pérdidas económicas en el producto final.....	31
El transporte	31
Manejo presacrificio	33
Microorganismos que presentan mayor proliferación a causa de las alteraciones pre y post operativas en la canal bovino.....	36
<i>Escherichia coli</i>	36
<i>Staphylococcus aureus</i>	38
<i>Listeria monocytogenes</i>	39
Conclusiones	41
Referencias.....	43

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación por región anatómica afectada.	13
Figura 2. Cambios en el peso de la canal en novillos mantenidos en reposo en ayuno por 3, 6, 12 o 24 horas después de un transporte de 3 y 16 horas.	15
Figura 3. pH y su relación el tiempo de espera en la planta.	25
Figura 4. Distribución porcentual de las canales con contusión vs el tiempo de espera.....	26
Figura 5. Cambios en el pH con relación al tiempo de ayuno.	28
Figura 6. Variación del pH 24 horas post mortem.....	29
Figura 7. Efecto de diferentes variables sobre el tipo de carne bovino.....	35
Figura 8. Niveles de microorganismos en la canal, utensilios, personal y agua.....	38

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Plan de trabajo	22
-------------------------------	----

Justificación

Desde el momento en que los bovinos salen hacia la planta de beneficio se encuentran expuestos a diferentes factores que llevan consigo efectos nocivos para la salud del animal y del consumidor afectando así la calidad del producto, teniendo como principales factores el transporte inapropiado, el hacinamiento inadecuado de animales, el embarque y desembarque, entre otros (Romero et al., 2011). Así mismo, otros factores agravantes podrían ser las prácticas inadecuadas durante el proceso de beneficio (golpes, caídas, uso de agujones eléctricos, etc.) Y los periodos de ayuno demasiado extensos. Adicionalmente como lo menciona Odeon y Romero (2017), se ha observado que el estrés (ante mortem) provoca cambios medibles de pH y el color de la canal (post mortem) a nivel muscular, lo que su vez se relaciona directamente con las concentraciones de glucógeno presentes en el producto final.

Dado lo mencionado anteriormente, esta revisión de literatura es importante para el campo de la medicina veterinaria por su relación directa que tiene con la salud pública, teniendo en cuenta que las alteraciones provocadas en el producto que adquiere el consumidor final puede llegar a presentar no solo alteraciones organolépticas como el aroma, sabor, madurez, succulencia y color; sino que también genera alteraciones fisicoquímicas que producen un proceso de deterioro más acelerado de la carne y una alta proliferación bacteriana. Por lo tanto, cuando el pH tiene un valor entre 6.2 y 6.5. Que se da cuando los animales sanos tuvieron un manejo adecuado antes del sacrificio la carne debería ser libre de cualquier afección, sin embargo, existe la posibilidad de que se contamine y por consiguiente la salud de las personas se vea afectada negativamente (Mariño, 2003).

Teniendo como punto de partida esta problemática es que el presente trabajo de investigación busca resaltar los procedimientos de las plantas de beneficio, para lo cual se realizará una revisión exhaustiva de literatura con el fin de sensibilizar a médicos veterinarios, operarios de planta de beneficio animal, personal encargado del manejo de los animales etc. En relación con el manejo inadecuado de los animales y las canales en el proceso del sacrificio y como este tipo de prácticas afecta negativamente la calidad y el pH del producto disminuyendo de esta manera notablemente los ingresos económicos; por lo que este tipo de prácticas y sus consiguientes efectos se deben evitar con la finalidad de que la salud del consumidor no se vea afectada y el consumidor final pueda adquirir un producto seguro y de alta calidad.

Descripción del problema

La carne es un producto de origen animal destinado para el consumo humano, debido a la alta cantidad de proteína es un medio de cultivo propicio para la proliferación de una gran cantidad de microorganismos, no obstante, también se debe tener en cuenta que los animales presentan altas cantidades de microorganismo en la piel, pelos, patas y pezuñas que si son mal manejadas durante el proceso de sacrificio representan un alto riesgo de contaminación para el musculo (Albán, 2022).

Por lo tanto, el papel del médico veterinario en relación con la inocuidad y seguridad alimentaria es de gran importancia principalmente en las plantas de beneficio animal en las cuales se deben seguir una serie de lineamientos establecidos en la Resolución 240 de 2013, por medio de la cual se regulan las plantas de sacrificio animal a través de una serie de requerimientos sanitarios a nivel nacional con el fin de asegurar un alto grado de inocuidad en los productos y subproductos cárnicos de origen bovino, bufalino y porcino (Ministerio de Salud y Protección Social, 2013). Siendo uno de los fines principales de esta norma el garantizar la calidad del producto a ofrecer al consumidor final, por ende, es de vital importancia realizar una buena trazabilidad teniendo en cuenta el recorrido que realiza el producto según los estándares de la seguridad alimentaria “de la granja a la mesa”, comenzando por un transporte adecuado, siguiendo por un buen proceso de beneficio y culminando con un óptimo manejo de la temperatura y el pH de la canal.

Otro aspecto importante a tener en cuenta al momento de abordar esta problemática se encuentra en que se ha evidenciado que el incumplimiento de las normativas pone en riesgo la inocuidad de las canales produciendo así la presencia de carne DFD (Dark, Firm, Dry) y PSE

(Palid, Soft, Exudative), por lo cual es de vital importancia reconocer y aplicar los parámetros estandarizados junto con el debido proceso para darle así un bienestar al ejemplar previo al sacrificio, mejorando de esta manera la calidad requerida para la producción y comercialización de los productos cárnicos garantizando de esta manera que el producto que se va a consumir está libre de cualquier agente que pueda llegar a causar un daño al consumidor.

Objetivos

Objetivo general

Analizar los factores pre y post operativos que afectan la calidad y el pH en las canales bovinas y sus implicaciones en la salud pública, a través de una revisión bibliográfica.

Objetivos específicos

- Identificar cuáles son los factores que más influyen en la variación de pH de las canales bovinas, para prevenir el deterioro a causa de una posible acidificación.
- Comprender cómo los factores pre y post operativos inadecuados alteran la calidad e inocuidad de la canal para disminuir las pérdidas económicas en el producto final.
- Consultar qué microorganismos presentan mayor proliferación a causa de las alteraciones pre y post operativas en la canal bovino a través de bases de datos confiables.

Marco teórico

Causas ante mortem

Estrés

De acuerdo a lo mencionado por Odeón y Romera (2017), se han especificado diversos mecanismos fisiológicos y comportamentales derivados de la evolución que les permiten a los animales enfrentarse al estrés, por lo cual, cuando se genera un cambio biológico significativo que pone en riesgo el confort y la salud de los bovinos que van a ser sacrificados se va a producir una respuesta fisiológica basada en tres etapas (alarma simpática, resistencia y agotamiento). Teniendo en cuenta lo anterior, se reconoce que las amenazas o estímulos que alejan al individuo de la homeostasis se conocen como agentes estresantes, los cuales se van a dividir en grupos basados en su naturaleza, duración e intensidad y así mismo estos se subdividen en agudos o crónicos según sea su duración y en físicos o psicológicos según su origen, se debe tener en cuenta que todos los anteriores van a inducir a respuestas conductuales y fisiológicas.

En relación con las respuestas conductuales, están actuando alejando al individuo del posible peligro al que se ven expuestos, sin embargo, pueden agravar las consecuencias fisiológicas por medio de comportamientos autodestructivos. por otro lado, la respuesta fisiológica va a iniciar por la activación del eje hipotálamo – hipófisis – adrenal (HPA) cuyos mediadores fisiológicos son los glucocorticoides (GC), catecolaminas y citoquinas por medio del aumento de la frecuencia cardíaca (Odeón y Romera, 2017).

Por lo tanto, las experiencias estresantes desencadenan una rápida activación del hipotálamo la cual va a estimular el sistema nervioso simpático, produciendo así la liberación de

adrenalina y noradrenalina de la médula adrenal, activando el eje (HPA), iniciando de esta manera la segregación de la hormona liberadora de corticotropina (CRH), la cual impulsa la liberación de la hormona adrenocorticotropa de la hipófisis, estimulando la liberación de GC en la corteza adrenal; estas se unen a dos receptores: los mineralocorticoides y glucocorticoides inhibiendo el eje HPA por retroalimentación negativa (Odeón y Romera, 2017).

Calidad de la carne del animal estresado

En relación con la calidad de la carne en un animal estresado Romero Et al. (2010), Menciona que se ha evidenciado como el estrés crónico previo al sacrificio provoca un exceso de consumo de glucógeno a nivel muscular disminuyendo la formación de ácido láctico y se conoce que después del sacrificio el pH permanece en valores superiores a 5.8. Respecto al color oscuro del músculo este se relaciona directamente con el mal sangrado de los bovinos y la baja oxigenación de la mioglobina muscular. Por lo tanto, el uso industrial de estos productos se debe principalmente a su aspecto y consistencia disminuyendo el valor comercial, estas carnes son decomisadas debido al riesgo sanitario que representan por el crecimiento microbiano, disminuyendo así su vida útil.

El color, la textura, el sabor y la capacidad de retención del agua y la vida útil de la carne también se ven influenciados por el pH, ya que el color de la carne es una de las características más importantes a la hora de comprar este producto. Así mismo, es importante tener en cuenta que los bovinos y sus derivados se consideran como una de las principales fuentes de infección para el hombre de bacterias dañinas como la *Escherichia coli* (*E. coli*) reportándose brotes relacionados con el consumo de carne poco cocida, siendo los bovinos portadores asintomáticos de la bacteria ya que la eliminan de manera intermitente por las heces. Sin embargo, se puede incrementar en

ejemplares estresados y cansado lo cual se ha evidenciado en periodos de transporte inadecuados (Romero Et al., 2010).

Clasificación de las lesiones

Las lesiones en el canal se clasifican de acuerdo con la ubicación de dichas lesiones, grados y extensión de la lesión.

Grado

Grado 1: Superficial. Abarca únicamente las capas superiores, no reviste mayor importancia y generalmente desaparece con la limpieza de la carne.

Grado 2: Medio. Involucra los planos musculares intermedios, sin involucrar el tejido óseo. Por otro lado, el tejido subcutáneo alcanza el tejido muscular lesionado en mayor o menor profundidad y extensión (hay presencia de hemorragias).

Grado 3: Profundo. Perdida grande de tejido muscular, hay visualización de tejido óseo con revestimiento importante, se ve comprometido el tejido subcutáneo, muscular y óseo, la carne generalmente aparece friable con gran exudado, serosa – hemorrágica, habitualmente existe fractura ósea en zonas afectadas (Osejo, 2017).

Región

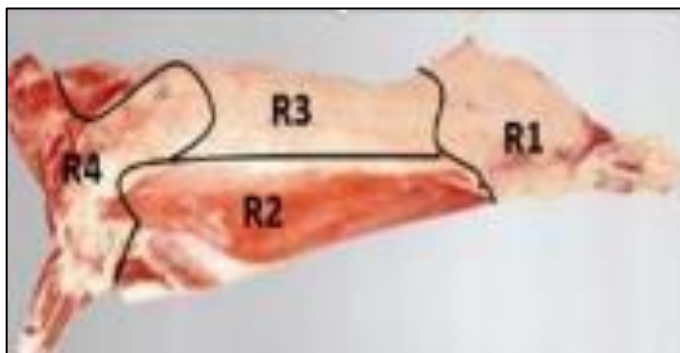
R1: Región 1: Corresponde a la región anatómica de cara lateral del miembro pelviano como se muestra en la figura 1.

R2: Región 2: Corresponde a la región anatómica del tórax y del abdomen como se muestra en la figura 1.

R3: Región 3: Corresponde con las regiones vertebrales torácicas (dorso) y vértebras lumbares (lomo) como se muestra en la figura 1.

R4: Región 4: corresponde a las regiones anatómicas de las vértebras cervicales y las primeras cinco vértebras torácicas como se muestra en la figura 1.

Figura 1. Clasificación por región anatómica afectada.



Fuente: Osejo (2017).

Respecto a la ubicación anatómica de las contusiones, las lesiones que se presentan con mayor frecuencia son en la pierna. Adicionalmente como lo refiere Gallo y Tadich (2005), se registró que el 59,1% de las contusiones en los animales se producen en regiones anatómicas de mayor valor comercial produciendo de esta manera pérdidas económicas.

Transporte

Respecto al transporte según Gallo y Tadich (2005), se ha comprobado que los tiempos de transporte de más de 16 horas, ayunos muy prolongados y las esperas de más de 12 horas en el frigorífico afectan negativamente el bienestar animal y la calidad de la canal, existiendo una tendencia a la pérdida de peso, por lo que se evidencia estrés antes del sacrificio, evidenciando que las pérdidas del peso vivo en transporte en 24 horas presentan promedios de pérdida de 41.5 kg (8.75%), siendo los promedios de pérdida por periodos de tiempo los siguientes: en 3 horas

presenta el 5%, en 6 horas el 6.2%, en 12 horas el 6.4%. Por otro lado, en el transporte de bovinos cuyo fin zootécnico es la lidia se presentan daños físicos por contusiones en las canales afectando directamente la calidad de la canal, a su vez, se ve afectada la disposición final del mismo la cual será el consumo humano debido a que presentan lesiones indicativas de maltrato ante mortem.

Los cortes oscuros se ven directamente relacionados con la disminución de la concentración de glucógeno muscular y hepático, por lo cual se ve aumentada la pérdida de la calidad de la carne, sin embargo, es un problema que se minimiza al reducir los niveles de estrés de los animales realizando un sacrificio inmediato luego de la llegada al matadero, teniendo en cuenta las lesiones presentes en la canal el inspector determina si la canal es apta o no para el consumo, en el ítem 1.10 (*Sacrificio de emergencia que se hace necesario debido a un trauma accidental durante el transporte a la planta de beneficio o en sus proximidades*), de la tabla 2 (*Procedimientos y dictamen para la inspección ante-mortem*), del artículo 60 (*Procedimientos y dictamen para la inspección ante-mortem*), de la resolución 240 del 2013 se estipula que “después de la inspección post-mortem en caso de sacrificio de emergencia, el inspector decomisa las partes afectadas y determina si aprueba la canal o la autoriza para ser empleada en la elaboración de derivados cárnicos”(Ministerio de salud y protección social, 2013).

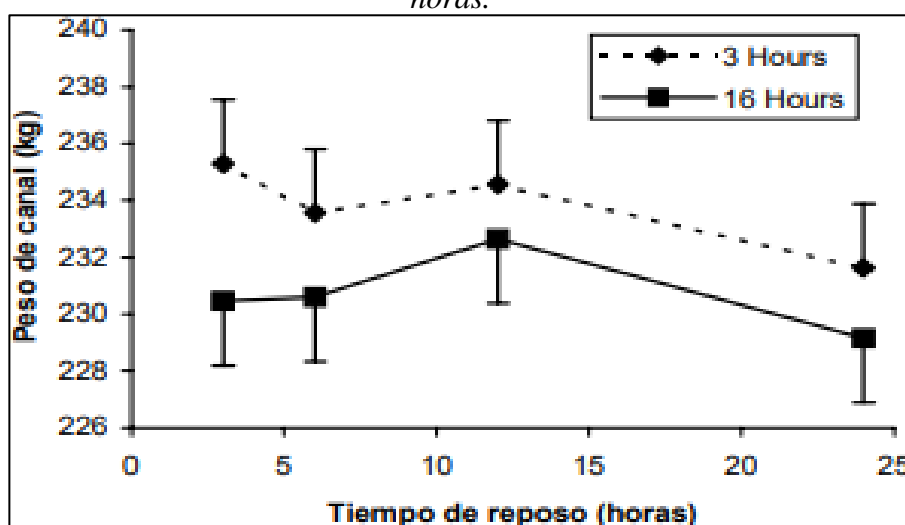
Ayuno

El tiempo de ayuno en las plantas de beneficio es de 6 horas, sin embargo, lo más común es que esperen por más de 12 horas, de tal manera en que los tiempos de privación de alimento entre el transporte y el sacrificio oscilan entre las 60 horas en promedio. Con respecto a esto, se demostró que el rendimiento de la canal tanto fría como caliente se ve afectada (Gallo y Tadich, 2008). Por lo tanto, los tiempos prolongados de la privación del alimento como lo explican estos

mismos autores, no solo afectan los indicadores sanguíneos del estrés lo cual puede provocar pérdidas de peso que comprometen la canal tal como las alteraciones de la calidad de esta.

Lo mencionado anteriormente en muestra en la figura 2 en donde se evidencian los cambios de peso presentes en la canal bovina, que a medida que aumenta el tiempo se tiende a presentar una pérdida progresiva de peso a partir de las 16 horas.

Figura 2. Cambios en el peso de la canal en novillos mantenidos en reposo en ayuno por 3, 6, 12 o 24 horas después de un *transporte de 3 y 16 horas*.



Fuente: Gallo y Tadich (2008).

Insensibilización

El sacrificio, es considerado una etapa crítica, que afecta la calidad e inocuidad de la carne, por lo tanto, este tiene como finalidad evitar el sufrimiento y estrés a los animales al momento de provocarles la muerte mediante el uso de sistemas de insensibilización que garanticen la pérdida de consciencia instantáneamente y se mantenga este estado hasta la muerte (Romero Et al., 2013). Según el ítem 1.3, del artículo 24 (Selección de insensibilización y sangría), de la resolución 240 se estipula que “Para la insensibilización, se debe contar con un cajón de insensibilización

construido en materiales sólidos y sanitarios, con piso antideslizante y con la inclinación adecuada, equipado con un sistema que asegure su sujeción y que permita la salida expedita y no violenta del animal insensibilizado, en todo caso, durante la insensibilización se debe garantizar el bienestar animal”, así mismo en el ítem 2.2, del artículo 2 (*Requisitos de los equipos y utensilios*) se estipula que “Los métodos de insensibilización empleados deben garantizar que se atenúe el sufrimiento de los animales. Podrán utilizarse: a) Electronarcosis; b) Narcosis con gas; c) Conmoción cerebral con o sin vástago cautivo, accionado en forma neumática; d) Cualquier otro método que por bienestar animal sea recomendado por los organismos internacionales de referencia.” (Ministerio de salud y protección social, 2013).

Sin embargo, como lo menciona Romero Et al. (2012), se evidencia que la negligencia por parte de los operarios de las plantas de beneficio en esta etapa de la faena pone en riesgo la calidad de la canal y el bienestar animal, debido a que las malas prácticas de faenamamiento en especial la insensibilización puede favorecer la presencia de hemorragias, petequias, equimosis a nivel muscular y fracturas disminuyendo el valor comercial de los cortes. Por otro lado, la inocuidad de un producto procedente de un ejemplar mal sangrado va a ser más propenso a favorecer el crecimiento microbiano disminuyendo así la vida útil de esta.

Causas post mortem

Temperatura

De acuerdo a autores como Juárez Et al. (2009), se conoce que los cambios bruscos de temperatura generan un descenso del pH de la canal. Así mismo, genera una desnaturalización de las proteínas sarcoplásmicas que se precipitan sobre las miofibrilares produciendo de esta manera

una disminución de la retención de agua apareciendo así las carnes claras, lo cual aumenta la presencia de las carnes PSE. Adicionalmente la temperatura influye en el tiempo para alcanzar el pH con el cual se inician los cambios post mortem, principalmente el rigor mortis. Sin embargo, esta alteración del pH se comporta de manera inversamente proporcional a la temperatura debido a que entre menor temperatura aumenta el tiempo en el que se generan estos cambios, evidenciándose que a temperaturas que oscilan entre los 0 y los 4 grados centígrados provoca un descenso del pH más rápido que temperaturas por encima de los 5°C, produciendo un fenómeno denominado “acortamiento por el frío”.

pH

El pH varía según la cantidad de los compuestos ácidos y básicos presentes en el medio, consecuentemente al aumento de la cantidad de las sustancias ácidas en los alimentos el pH va a disminuir generando así un crecimiento de microorganismos en dicho canal (Restrepo, 2015).

Capacidad de retención de agua

Si el pH disminuye de manera considerable, las proteínas de los músculos van a presentar una desnaturalización incrementando así las pérdidas de agua, dicho fenómeno trae consigo tres consecuencias negativas principales: pérdida económica, menor acumulación de agua y una carne más jugosa; sin embargo, si el pH se mantiene alto se va a tener un efecto contrario, percibiendo una mayor capacidad de retención de agua y una carne seca debido a la incapacidad de liberación de jugos a la hora de su consumo (Serrano Et al. 2012).

Carnes DFD y PSE

Según Alvarado (2002), el cambio del pH causa dos defectos de calidad de la carne DFD (Dark, Firm, Dry) y PSE (Palid, Soft, Exudative) por sus siglas en inglés.

Carnes DFD

La condición de la carne DFD, es un producto proveniente principalmente de animales que han sido sometidos a estrés antes de la muerte del animal, razón por la cual las reservas de glucógeno a nivel muscular se minimizan y en el sacrificio se da inicio a una glucólisis anaerobia, las cantidades de glucógeno disminuyen de tal forma en que en 24 horas post mortem el pH alcanza unos valores superiores a 5.8, fenotípicamente la carne con un pH aumentado refleja menor cantidad de luz aumentando la retención de agua (Serrano et al., 2012).

Carnes PSE

La carne PSE, es un tejido que no solo presenta condiciones anormales a nivel visual sino que también se evidencia en su funcionalidad proteica y sus características de palatabilidad puesto que también se ven afectadas (Serrano et al., 2012).

Comportamiento del pH en la carne DFD y PSE

La velocidad y la magnitud de la disminución del pH después del sacrificio como lo explica Castrillón et al. (2005), se reconoce como la causa individual más importante de la variación existente en la calidad cárnica, así mismo, se afirma que la velocidad de la glucólisis es el factor más importante en la repercusión de la carne PSE. Por lo tanto, el decrecimiento del pH post-mortem puede afectar factores en la carne como el color, la capacidad de retención de agua y la textura. Este mismo sentido Castrillón et al. (2005), Afirma que de acuerdo a diferentes autores un

pH de 5.8 indica la presencia de una condición PSE, se menciona que un pH mayor a 6.3 puede generar una condición DFD se habla que la presencia de una condición DFD, concluyendo de esta manera como una carne sin estas condiciones (Normal) es una carne la cual su pH se encuentra en un rango entre 5.9 y 6.2.

Metodología

En el presente estudio, el método de investigación utilizado es documental, el cual se basa en un proceso sistemático de indagación, organización, análisis e interpretación de información o datos en torno a un tema determinado (Rizo, 2015). Este tipo de metodología dentro del proyecto nos permite delimitar el presente tema de investigación y agrupar toda la información pertinente

para analizar los factores pre y post operativos que pueden llegar a afectar la calidad y el pH del canal bovino.

En este trabajo documental se recopilarán solo fuentes de literatura desde el año 2000 hasta el año 2023, con el fin de que la información presentada sea lo más actualizada posible y con alto porcentaje de veracidad; el idioma de la literatura del cual extraeremos la información será de artículos científicos y tesis de grado redactados en los siguientes idiomas: español, inglés y portugués, abarcando también trabajos de cualquier país. Sin embargo se debe comprobar que el método de sacrificio sea similar al que se lleva a cabo en Colombia.

Teniendo en cuenta estudios previos y llevando a cabo una comparación, unificación y análisis de datos existentes podemos llegar a una serie de conclusiones que dan sustento y credibilidad a la investigación de los factores que más influyen en nuestro planteamiento de la investigación el cual se enfoca principalmente en la canal bovino.

Para llevar a cabo este estudio se realizará una recopilación de literatura basada en tesis de grado y artículos científicos extraídos de bases de datos académicas como: Science Direct, Scielo, Scopus y Google académico. En la búsqueda de la información se seleccionarán 30 artículos científicos y/o tesis de grado de las cuales se tendrá en cuenta la autenticidad, la credibilidad, la representatividad y el significado derivado de todos los documentos; aclarando que las fuentes recopiladas tienen la obligatoriedad de tener relación a nuestro estudio. La información seleccionada dará sustento a nuestra monografía dando relevancia de esta manera a los puntos objetivos de nuestro estudio viéndose directamente reflejado en el interés del lector, en este caso empresarios, médicos veterinarios, administradores y operarios de plantas de beneficio animal

bovino para así enriquecer el conocimiento y contribuir con el mejoramiento de los procesos en las diferentes plantas de beneficio animal en Colombia.

Como método para filtrar la información se utilizará la herramienta Critical review form, la cual es un formulario de revisión crítica que contiene una herramienta genérica para una evaluación tanto cualitativa como cuantitativa, permitiendo así tener métodos de inclusión y exclusión de la información consultada de forma precisa y organizada en nuestro estudio. Esta herramienta está directamente relacionada con nuestras observaciones, cuestionamientos y discusiones dentro del proyecto brindando información clara en relación con las dos variables de interés las cuales son la calidad y el PH del canal bovino dentro de los procesos realizados en las plantas de beneficio.

Plan de trabajo

Tabla 1 Plan de trabajo

PLAN DE TRABAJO					
Fase	Actividad	Resultado	Fecha de inicio	Fecha de fin	Entregable
Elaboración del anteproyecto	Definición de título y objetivos del trabajo	Título y objetivos definidos	03 de julio de 2013	10 de Julio de 2023	Documento borrador con título y objetivos
	Construcción de marcos y metodología	Documento con referencias y metodología acorde al tema de la investigación.	10 de Julio de 2023	18 de Agosto de 2023	Documento con anteproyecto terminado de acuerdo a guía de la Universidad.
Elaboración del documento final	Identificar los factores que más influyen en la variación del pH de las canales bovinas.	Explicación de cada uno de los factores que influyen en el P.H con sus respectivos impactos sobre la salud.	18 de Agosto de 2023	01 de Septiembre de 2023	Documento con el primero objetivo específico desarrollado y herramienta Critical review form diligenciada.
	Analizar cómo los factores pre y post operativos inadecuados alteran la calidad e inocuidad de la canal.	Teniendo como insumo la información obtenida en el primer objetivo se obtendrá el análisis de como los factores identificados alteran la inocuidad.	01 de Septiembre de 2023	15 de Septiembre de 2023	Herramienta Critical review form diligenciada y análisis por factor y su relación con la inocuidad en el proceso de sacrificio.
	Consultar respecto a que microorganismos presentan mayor proliferación a causa de las alteraciones pre y post operativas en la canal bovino.	Identificación de los principales microorganismos con sus respectivos impactos sobre la canal bovino.	15 de Septiembre de 2023	30 de Septiembre de 2023	Herramienta Critical review form diligenciada y entrega del documento final.

Fuente: Elaboración propia.

Factores que más influyen en la variación de pH de las canales bovinas

De acuerdo a autores como Tuninetti, Blainq y Otero (2017), el pH es un aspecto de gran importancia al momento de determinar la calidad de la carne, ya que de los niveles de pH dependen diferentes características organolépticas como es el caso del sabor, el color, la terneza así como la retención de agua y la conservación, siendo estas características determinantes al momento de definir su aptitud para la transformación. Por lo tanto, se considera un pH óptimo para una carne de calidad el que se encuentra en aproximadamente 5,5 24 horas post mortem. De acuerdo a estos mismos autores, un pH alto tiene una de sus principales causas en la depleción del glucógeno que ocasiona un estado de imposibilidad para acumular ácido láctico, lo que a su vez tiene relación con un estado de fatiga presentado antes del sacrificio ya sea por tiempos prolongados de transporte, por luchas, montas, estrés emocional debido al reagrupamiento y por procedimientos inadecuados durante el proceso de carga y descarga.

Respecto a las causas de la depleción del glucógeno Quiroz, Restrepo y Barahona (2016), mencionan como una de las principales causas el estrés sufrido por el animal derivado de procedimientos como el transporte y la espera en la planta de sacrificio, ya que un animal que presenta altos niveles de estrés durante largos periodos de tiempo tiende a presentar altos consumos de glucógeno lo cual provoca una reducción sustancial de los niveles de ácido láctico presente en la carne post mortem, lo que hace que aparezcan efectos adversos en la carne como es el caso del DFD y niveles de pH elevados que afectan la calidad de la misma. En este mismo sentido Priori y Gianni (2011), mencionan dos clases de factores que tienen relación con la variación del pH en la carne como es el caso de los relacionados con las características propias del animal y los relacionados con el sistema de producción.

Dentro de los factores relacionados con las características propias del animal se tiene la raza, el sexo, la edad y la categoría, y dentro de los factores relacionados con el sistema de producción se encuentra la alimentación, los manejos pre-sacrificio estresantes como es el caso de los tiempos de transporte prolongados, los tiempos de ayuno, largos tiempos de espera en los frigoríficos y practicas post mortem como la estimulación eléctrica de la canal, siendo todos estos factores que de acuerdo a diferentes estudios representan un incremento considerable del pH (Quiroz, Restrepo y Barahona ,2016). Del mismo modo, Loredo et al (2021), menciona como principales causas de un pH final alto mayor a 5,8, los altos niveles de estrés crónico y agudo presentados por el animal antes de realizarse la labor del sacrificio, ya que estas situaciones de estrés generan como ya ha sido mencionado anteriormente por otros autores un consumo acelerado del glucógeno muscular. En consecuencia, estos niveles de pH favorecen el crecimiento de la flora bacteriana disminuyendo de esta manera el tiempo que puede permanecer en anaquel y alterando las características de color y textura de la carne.

El tiempo de espera y su relación con las contusiones y el pH

Tuninetti, Blainq y Otero (2017), realizaron un estudio cuya finalidad fue la de conocer el impacto generado por las contusiones en la calidad de la carne, así como el de hallar una correlación entre la presencia de contusiones y el nivel de pH, encontrando una correlación positiva entre el pH ultimo y el número de contusiones ya que en algunos casos el 48% de las canales con presencia de contusiones tuvieron un pH mayor a 5.8, siendo una de las causas más comunes de las contusiones las densidades de cargas en los camiones, las diferentes paradas realizadas durante el viaje y largos tiempos de descanso en los corrales especialmente cuando este supera las 30 horas. Así mismo, estos largos periodos de reposo se convierten en una de las

principales causas para la presencia de un pH alto y por lo tanto, aumenta la probabilidad de que la carne sea considerada como DFD siendo indeseable para el consumo humano, ocasionando de esta manera altas pérdidas económicas para la industria cárnica.

Respecto a los factores asociados a la aparición de contusiones y pH elevado en las canales bovinas, Herrera (2008), indica que estas tienen relación directa con los tiempos de espera y los largos periodos de ayuno que para el caso del estudio realizado por estos autores se encontró es hasta de 13 horas antes de realizarse el sacrificio. Por ende, con la finalidad de lograr establecer esta correlación se tomaron datos procedentes de dos zonas que dentro del estudio se refieren como zona X y zona XI, logrando establecer como lo muestra la figura número 3 que indiferentemente de la zona a medida que aumenta el tiempo de espera se incrementa el pH en la canal, siendo estos incrementos especialmente altos en los novillos.

Figura 3. pH y su relación el tiempo de espera en la planta.

X REGIÓN									
TEP	≤6h			>6 a <13h			≥13h		
pH	≤5,8	5,81 a 5,99	≥6	≤5,8	5,81 a 5,99	≥6	≤5,8	5,81 a 5,99	≥6
VAQ	9,5	0,0	0,0	29,6	2,1	2,9	30,4	1,9	1,7
NOV	81,8	0,7	4,4	47,0	2,8	6,9	39,2	3,7	10,4
VAC	2,9	0,7	0,0	7,5	0,6	0,6	11,7	0,5	0,5
TOT	94,2	1,4	4,4	84,1	5,5	10,4	81,3	6,1	12,6
XI REGIÓN									
VAQ	22,7	0,0	0,0	12,6	0,3	0,5	16,9	1,0	0,9
NOV	75,0	0,0	1,1	65,7	4,3	9,5	53,0	4,2	16,2
VAC	1,1	0,0	0,0	6,6	0,2	0,4	6,6	0,4	0,7
TOT	98,8	0,0	1,1	84,9	4,8	10,4	76,5	5,6	17,8

(VAQ = Vaquillas, NOV= Novillos y Novillitos, VAC= Vacas adultas, Vacas jóvenes y Vacas viejas).

Fuente: Herrera (2008).

Igualmente Herrera (2008), analizó la influencia que tiene el tiempo de espera con relación a la aparición de contusiones, dando como resultado como se muestra en la figura número 4 que a medida que aumenta el tiempo de espera el número de contusiones grado 2 también se incrementa,

siendo esto más notorio en las vacas que en los novillos. Así mismo, se puede evidenciar que como sucedió con el P.H indiferentemente de la zona los resultados son muy similares a pesar de que en la zona X los tiempos de transporte son más cortos. Por lo tanto, se puede identificar el tiempo de espera como uno de los factores que tiene mayor influencia tanto en la aparición de contusiones como en la variación de los niveles de PH de la canal.

Figura 4. Distribución porcentual de las canales con contusión vs el tiempo de espera

TEP	X REGIÓN											
	≤6h				>6 a <13h				≥13h			
	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
CON												
VAQ	9,0	1,2	0,0	0,0	27,2	2,4	0,3	0,0	22,8	1,6	0,2	0,0
NOV	65,6	2,1	0,3	0,0	52,2	2,8	0,0	0,0	45,5	2,1	0,2	0,0
VAC	18,9	2,7	0,3	0,0	12,2	2,1	0,3	0,0	22,9	2,8	0,7	0,0
OIR	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
TOT	93,5	6,0	0,6	0,0	91,9	7,3	0,6	0,0	92,2	6,5	1,1	0,0
XI REGIÓN												
VAQ	20,5	2,3	0,0	0,0	12,6	1,1	0,1	0,0	14,2	0,9	0,1	0,0
NOV	63,6	13,0	0,0	0,0	67,7	6,0	0,6	0,0	60,2	5,7	0,4	0,0
VAC	1,1	0,0	0,0	0,0	10,0	1,6	0,1	0,0	14,8	3,0	0,5	0,0
OIR	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
TOT	85,2	15,3	0,0	0,0	90,4	8,7	0,8	0,0	89,4	9,6	1,0	0,0

(VAQ = Vaquillas, NOV= Novillos y Novillitos, VAC= Vacas adultas, Vacas jóvenes y Vacas viejas, OTROS= Toros, Toritos, Torinos, Bueyes y Terneros)

Fuente: Herrera (2018).

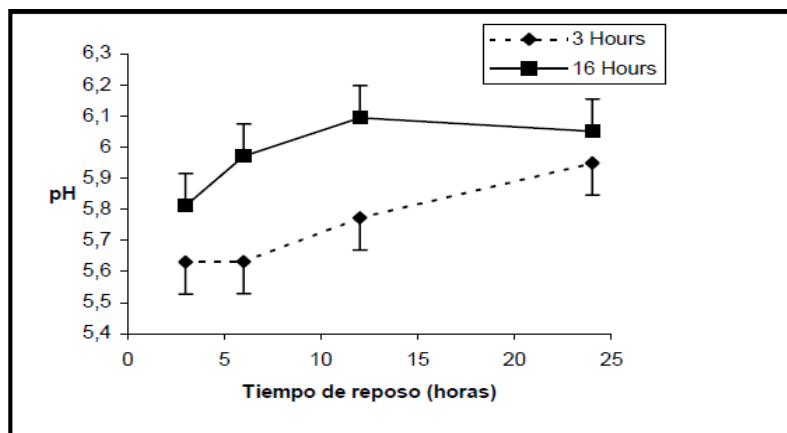
Respecto a los factores que pueden ocasionar contusiones en la canal Tuninetti, Blainq y Otero (2017), mencionan como principales causas los riesgos asociados al transporte, la estancia en los corrales especialmente en la rampa de desembarco, el movimiento de los animales y la temperatura mínima. Así mismo, influyen en la aparición de contusiones la forma en que se realiza la descarga, ya que tanto la lenta como la apresurada hacen que se incremente el porcentaje de la canal con presencia de contusiones. En relación con el pH tanto Tuninetti, Blainq y Otero (2017) como Herrera (2008), concuerdan en que el tiempo de transporte no influye en el incremento de los niveles de Ph lo que si sucede con el tiempo de espera, ya que en ambos estudios este factor fue el que mayor relación tuvo con la variación de los niveles de pH en la canal.

El tiempo de ayuno y su relación con el Ph

Con el propósito de determinar la relación de los tiempos de ayuno con la variación de los niveles de pH en la canal es necesario antes entender el proceso que tienen los animales desde que se recolectan en la finca hasta que llegan al frigorífico, proceso que es explicado por Gallo y Tadich (2008), quienes mencionan que la primera etapa consiste en la recolección de los animales en el predio lo que se hace generalmente unas dos horas antes de realizar la carga, durante estas dos horas es frecuente que en algunas ocasiones los animales tenga acceso a agua y alimento pero generalmente esto no sucede; posterior a esto se realiza la carga y el transporte de los animales, en donde estos no tienen acceso ni a agua ni a comida durante todo el tiempo que dure el viaje, lo cual depende de la distancia del predio hasta el lugar de descargue, y finalmente cuando los animales llegan al frigorífico estos se mantienen en reposo durante un mínimo de 6 horas. Por lo tanto, el tiempo total en la que los animales son privados de alimento puede llegar a sumar hasta 60 horas.

Dado lo mencionado anteriormente, como lo explica Gallo y Tadich (2008), los efectos negativos derivados del ayuno prolongando depende del tiempo que este dure. Sin embargo, como lo evidencia el estudio realizado por estos autores la exposición a largos periodos de ayuno tiene un efecto directo sobre la variación del pH, resultados que se pueden observar en la figura número 5, en donde se muestra la variación de los niveles de pH a medida que aumentan el tiempo de ayuno, siendo esto uno de los factores que afectan la calidad de la carne y ocasionan pérdidas económicas. No obstante, es importante mencionar que estos autores incorporan otros factores como es el caso de los altos niveles de estrés derivados de la exposición a ambientes extraños y características propias del animal como es el caso de las bajas reservas de glucógeno que posee desde el momento mismo en que sale del predio.

Figura 5. Cambios en el pH con relación al tiempo de ayuno.



Fuente: (Gallo y Tadich, 2008)

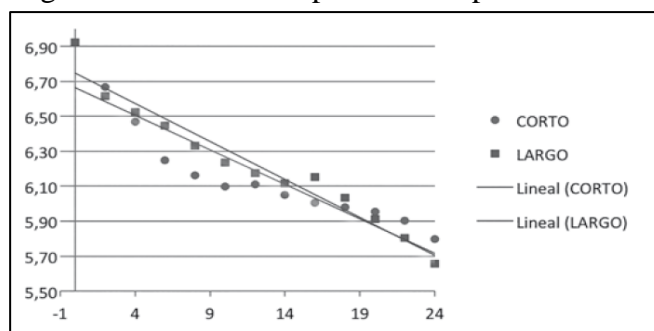
Como puede observarse en la Figura 5, a medida que el tiempo de reposo se incrementa lo hace proporcionalmente el pH, es importante aclarar que estos resultados fueron obtenidos de novillos expuestos a reposo y ayuno de 3, 6, 12 y 24 horas posterior a una jornada de transporte corto de 3 horas y largo de 16 horas. Por tanto, Gallo y Tadich (2008), recomiendan eliminar los tiempos de espera prolongados de los animales tanto en el predio así como en ferias y mataderos, especialmente cuando estos han sido sometidos a largos periodos de transporte. De igual modo, estos autores recomiendan que los reposos a los cuales se sometan a los animales sean realmente un descanso y que no se conviertan en un factor de estrés adicional que afecte los niveles de pH de la canal, ya que una carne con elevados niveles de pH se convierte en un problema para la industria cárnica ya que nos es apta para realizar el envasado al vacío debido a que presenta un rápido deterioro.

De igual manera Herrera (2008), indica que tiempos de reposo y ayuno prolongados especialmente cuando se han sometido a los animales a un periodo de transporte demasiado extenso, incrementa la probabilidad de que se presenten canales con pH mayores o iguales a 5,8 en relación con tiempos de espera cortos en donde se ha evidenciado que no se presentan

variaciones del pH que puedan afectar la calidad de la canal. Adicionalmente, estos mismos autores mencionan que uno de los principales efectos negativos presentados sobre la canal es el corte oscuro, ya que de acuerdo a un estudio realizado con 1138 novillos se evidencio que al ser sometidos a 24 horas de ayuno en corral se triplico el porcentaje de la canal que presentaba corte oscuro. No obstante, aquellos que fueron sacrificados de manera inmediata no presentaron este tipo de problemas que significan al mismo tiempo perdidas económicas para la industria.

Por su parte Quiroz, Restrepo y Barahona (2016), manifiestan que para el caso colombiano los tiempos de espera ante mortem y por ende los tiempos de ayuno prolongados son demasiado extensos ya que pueden llegar a superar las 40 horas, siendo este uno los principales factores que puede llegar afectar el rendimiento de la canal al presentarse fenómenos que afectan la calidad de la carne como es el caso de la disminución del pH, situación que genera cambios indeseados en la características de la carne que la hacen menos atractiva para el consumidor y producen al mismo tiempo un disminución considerable de la vida útil del producto. Por tanto, estos autores realizaron un estudio en donde incluyeron 78 animales que se encontraban entre las edades de 24 y 27 meses, los cuales fueron sometidos a un ayuno corto de 20 horas y a otro prolongado de 40 horas, realizándose la medición de pH 24 horas post mortem, los resultados de este estudio se presentan en la figura 6.

Figura 6. Variación del pH 24 horas post mortem



Fuente: (Quiroz, Restrepo y Barahona, 2016).

Como se observa en la figura 6, someter a los animales a periodos de ayunos prolongados ocasiona altos niveles de estrés que provocan parámetros anormales de pH, lo que se ve reflejado en los resultados del tratamiento de 40 horas de espera ante mortem, ya que para este tratamiento la tasa de decrecimiento es el doble en relación con los resultados obtenidos en el tratamiento de 20 horas, permitiendo establecer una correlación entre el tiempo de ayuno y los niveles de pH que afectan la calidad de la canal (Quiroz, Restrepo y Barahona, 2016). En este mismo sentido, Priore y Bianchi (2011), indican que el tiempo de ayuno es uno de los principales factores extrínsecos que inciden en el pH de la canal, por lo que se recomiendan disminuirlo lo máximo posible ya que los lugares en donde los animales se encuentran durante estos tiempos de reposo presentan hacinamiento, se mezclan con otros animales y existe privación de agua y alimento, lo que genera altos niveles de estrés y por consiguiente problemas relacionados con el pH en la canal.

La temperatura

La temperatura es considerada un factor post mortem que de acuerdo a Sierra (2010), tiene relación con las variaciones de pH de la canal, debido principalmente a que la temperatura modula la velocidad de la glucólisis afectando de esta manera la tasa de descenso del pH. Así mismo, este factor tiene relación directa con la velocidad de la aparición del rigor mortis y del acortamiento sarcomérico; por tanto, de acuerdo a estos mismos autores cuando el rigor mortis se da a temperaturas que se encuentran entre los 15-20°C, se reduce el acortamiento sarcomérico lo que es deseable para el rendimiento de la canal. Sin embargo, este tipo de temperaturas representan un riesgo ya que se puede presentar un alto grado de crecimiento bacteriano, por lo que la carne lista para el consumo humano es aquella que se encuentra después de determinado tiempo de refrigeración a una temperatura entre los 0-5°C, lo que se conoce como proceso de maduración.

Cómo los factores pre y post operativos inadecuados alteran la calidad e inocuidad de la canal para disminuir las pérdidas económicas en el producto final.

A continuación se explican cada uno de los factores que alteran o pueden significar un riesgo para la inocuidad de la canal y que de no ser gestionados adecuadamente pueden significar pérdidas económicas para la industria cárnica así como un peligro para la salud del consumidor final.

El transporte

Las medidas que se deben tomar para garantizar la inocuidad de la canal comienzan desde el mismo momento del transporte, por ende es importante que durante esta etapa se garanticen condiciones tales como: reducir al mínimo la presencia de suciedad con el fin de evitar la contaminación cruzada con la materia fecal de los animales, evitar que durante el transporte se presente factores de riesgo adicionales, garantizar que se mantenga la identificación y la información respecto al lugar de origen y disminuir los elementos que puedan ocasionar altos niveles de estrés. De igual modo, es necesario que los vehículos en los cuales se realice el transporte cuenten con los elementos de seguridad necesarios que eviten el riesgo de lesiones al momento en que los animales son cargados y descargados, separar a los animales que se puedan causar daños entre sí, mantener una adecuada ventilación y deben estar diseñados de tal manera que se puedan limpiar y desinfectar con facilidad (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2007).

Respecto a los efectos negativos que tienen las prácticas inadecuadas de transporte de los animales se encuentra la depleción del glucógeno como producto de los altos niveles de estrés a los que son sometidos. Por lo tanto, los efectos negativos que la etapa de transporte tenga sobre la

calidad de la canal depende principalmente del tiempo que dure el recorrido, el manejo aplicado a los animales durante el transporte a la planta de sacrificio, las condiciones en que se realice la carga y la descarga, el tiempo de espera a que se ven sometidos una vez arriban a la planta de sacrificio y la temperatura (Sierra, 2010). Respecto a la duración de los viajes, la FAO (2007), recomienda realizar el sacrificio de los animales lo más cerca posible a donde fueron producidos, con el fin de no someterlos a largos periodos de recorrido que puedan generar estrés en los animales y afectar de esta manera las características de calidad de la canal como es el caso del Ph y la presencia de contusiones. No obstante, si esto no es posible por estar alejados de una planta de sacrificio, la FAO (2010), recomienda realizar paradas de descanso en donde se provea de alimento y agua a los animales lo que se debe realizar mínimo dos veces al día y darles el tiempo necesario para la digestión antes de reiniciar al viaje.

Del mismo modo Herrera (2008), relaciona los tiempos de transporte prolongados con el aumento del porcentaje de contusiones y pH elevado en la canal, estando estos dos efectos negativos relacionados con la calidad de la canal ya que modifican las características organolépticas produciendo de esta manera pérdidas económicas. De igual modo, estos mismos autores mencionan que los largos periodos de transporte hacen que las canales presenten un gran número de contusiones grado 2 y 3 que afectan el tejido muscular y por ende deben ser objeto de recortes ocasionando de esta manera una disminución del peso y de la categoría de tipificación, haciendo que disminuya el valor comercial del producto.

Por su parte Loredó et al (2021), menciona que el manejo inadecuado realizado durante el transporte es considerado como una de las principales causas de la aparición de carne DFD, siendo este uno de los principales aspectos que genera pérdidas económicas para el sector cárnico. Por

tanto, estos mismos autores recomiendan hacer el manejo adecuado de los animales cuando deben ser transportados por largas distancias y prestar atención a la densidad de carga, ya que un número elevado de animales en un espacio reducido se convierte en un factor que influye en la aparición del corte oscuro y en la generación de pérdidas económicas. No obstante, estudios realizados por Quiroz, Restrepo y Barahona (2016), muestran que a pesar de que el tiempo y prácticas de transporte influyen sobre la aparición de carnes DFD y alteran los niveles de pH, esta variable no afecta el peso de la canal caliente ni fría y por lo tanto no representa un riesgo para el rendimiento de la canal.

Manejo presacrificio

En relación con las prácticas que deben realizarse presacrificio con el fin de no comprometer la matanza y los procesos de faenamiento de acuerdo a la FAO (2007), se encuentra que los animales deben mantenerse limpios, se debe prevenir la contaminación cruzada con patógenos provenientes de los alimentos que puedan afectar la seguridad de la carne, se debe realizar la debida inspección de los animales siguiendo los protocolos y normas existentes, las instalaciones deben permanecer limpias con el fin de prevenir que se presenten casos de contaminación cruzada, los animales deben ser mantenidos en lugares adecuados que no comprometan su condición fisiológica por lo que no deben estar hacinados y expuestos a las inclemencias del clima y los procedimientos deben garantizar que el alimento sea retirado adecuadamente antes del sacrificio. Igualmente, Sierra (2010), menciona que los niveles de estrés presacrificio pueden afectar el funcionamiento del metabolismo del animal en relación con la temperatura, el pH y el transporte de calcio, disminuyendo de esta manera los niveles de glucógeno muscular y afectando la calidad de la canal en relación con el pH, la terneza, el color, la capacidad

de retención de agua y aumenta la probabilidad de la aparición de carnes DFD que es uno de los principales factores para que se presenten pérdidas económicas en el sector cárnico.

En este mismo sentido Herrera (2008), menciona que una de las principales causas de la aparición de carnes DFD tiene relación directa con el manejo inadecuado durante el presacrificio, en donde se presentan prácticas como ayunos prolongados, arreos inadecuados y prácticas de descargue incorrectas. Adicionalmente, este mismo autor menciona que la presencia de contusiones grado 1 tiene como causa principal el manejo inadecuado de los animales por parte de los operarios durante el presacrificio. Por tanto, recomienda prestar atención al cumplimiento de la normatividad vigente y capacitar al personal a cargo respecto al manejo adecuado de los animales, lo cual disminuirá las pérdidas económicas derivadas de la presencia de carnes DFD o contaminadas con algún tipo de microorganismo patógeno que comprometa la seguridad del producto.

Respecto al aturdimiento que debe realizarse presacrificio, la FAO (2007), recomienda que esta labor debe hacerse por medio de un método apropiado que permita la pérdida inmediata de conocimiento y cuyos efectos duren hasta el momento de la muerte. Del mismo modo, se recomienda inmovilizar el animal antes de realizar el proceso de aturdimiento, sin embargo, la FAO (2007), sugiere que una vez inmovilizado el animal se debe proceder inmediatamente al aturdimiento con el fin de disminuir los niveles de estrés que puedan afectar la calidad de la carne. Del mismo modo, Loredo et al (2021), realizó un estudio en donde se analizó la influencia de diferentes variables en relación con la aparición de carnes DFD, dentro de las cuales se encontró como lo muestra la figura 7, que la eficacia del aturdimiento tiene una significancia alta en relación

con la presencia de carnes DFD y por ende se convierte en un factor que puede ocasionar pérdidas económicas considerables.

Figura 7. Efecto de diferentes variables sobre el tipo de carne bovino.

Variable	DFD		Normal		Valor P
	Media	EE	Media	EE	
Desembarque					
Temperatura, °C	30.4	1.00	32.5	0.28	0.010
Índice HR- T	77.1	10.5	79.7	0.28	0.934
Transporte					
Densidad animal, m ² /cabeza	3.1	0.29	2.6	0.09	0.061
Corral de descanso					
Densidad animal, m ² /cabeza	9.6	1.17	11.5	0.55	0.214
Tiempo, h	15.4	0.23	14.8	0.10	0.021
Manga de conducción al cajón de matanza					
Nº de personas en arreo	1.5	0.13	1.7	0.07	0.449
Temperatura, °C	23.6	0.80	25.4	0.24	0.009
Índice HR- T	71.2	1.12	74.1	0.33	0.002
Tiempo, min	68.2	6.47	54.4	2.18	0.023
Matanza					
Intervalo aturdimiento–desangrado, seg	179.8	10.04	147.7	4.49	0.008
Canal caliente					
Peso, kg	284.7	10.32	295.8	3.78	0.289
pH _{45min}	7.0	0.03	6.9	0.02	0.131
Temperatura, °C _{45min}	33.2	0.31	33.5	0.11	0.351
Canal fría					
ΔpH	0.95	0.04	1.45	0.02	< 0.001
Espesor de grasa, cm	0.40	0.04	0.55	0.02	0.007
Densidad en el cuarto frío, m ² /canal	2.3	0.06	2.2	0.03	0.667

Fuente: (Loredo et al, 2021).

Dados los resultados evidenciados en la Figura 7, respecto a la eficacia del aturdimiento y la presencia de carnes DFD, Loredo et al (2021), recomienda realizar el adecuado mantenimiento cuando este se realiza por medio de disparo con perno retráctil y evitar el exceso de fatiga por parte del operario que está realizando la insensibilización; ya que esta es una de las principales causas de los errores que se cometen al momento de realizar el proceso de aturdimiento, por tanto, dada la importancia que este significa se deben evitar la mayor cantidad de errores al momento de realizar este procedimiento. Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, la FAO (2007), propone diferentes métodos para realizar un adecuado proceso de aturdimiento que garantice la calidad de la canal como son el aturdimiento eléctrico y el aturdimiento mecánico.

Microorganismos que presentan mayor proliferación a causa de las alteraciones pre y post operativas en la canal bovino.

A continuación se presenta una descripción de los principales microorganismos que representan un riesgo para la calidad de la carne y por ende comprometen la seguridad y calidad de la canal al momento de ser consumida por el ser humano. Por tanto, dentro de este apartado se abordaran los principales microorganismos que de acuerdo a Albán (2022), son considerados como los más comunes en la carne siendo el caso de la *Escherichia coli*, el *Staphylococcus aureus* y la *Listeria monocytogenes*.

***Escherichia coli*.**

Esta bacteria de acuerdo a Franco et al (2007), se caracteriza principalmente por encontrarse en el sistema digestivo de los animales y de los seres humanos, siendo la medición de este microorganismo un indicador de la calidad de los alimentos y del agua; a pesar de que algunas de las cepas de *E. coli* pueden ser consideradas como inofensivas, no obstante, existen cepas que son consideradas peligrosas ya que se convierten en un agente que provocan contaminación del agua, los alimentos y del ambiente ocasionando serias enfermedades al ser humano. Por tanto, de acuerdo a este mismo autor, una de las cepas más peligrosas de esta bacteria es la *E. coli* serotipo O157:H7, siendo considerada por los diferentes expertos que la han estudiado como un patógeno emergente causante de la mayoría de enfermedades transmitidas por el consumo de alimentos contaminados, ocasionando síntomas que van desde una diarrea no sanguinolenta hasta una colitis hemorrágica.

En relación con la presencia de *E. coli* en el ganado, Hernández et al (2007), indica que el ganado sano posee generalmente la cepa O157:H7, encontrándose principalmente en el tracto

intestinal, la piel y las pezuñas, siendo considerados como estériles los tejidos internos de la canal. No obstante, este mismo autor menciona que la presencia de prácticas inadecuadas durante el proceso de sacrificio especialmente durante el desangrado, desollado, faenado, eviscerado y despiece pueden facilitar la contaminación de la canal con cepas de *E. coli*, debido principalmente al tener contacto con suciedad, materia fecal y polvo, por lo que es necesario mantener las medidas de higiene y seguir la normativa con el fin de evitar la presencia de casos de contaminación que coloquen en riesgo la seguridad del consumidor y calidad de la canal.

Dado lo mencionado anteriormente y con el fin de establecer el nivel de incidencia de patógenos en una planta de sacrificio en México, Hernández et al (2007), realizaron un estudio en el cual se tomaron muestras a la canal, a los operarios, a los utensilios y al agua; encontrándose como lo muestra la figura 8, que en la canal y en el 80% los utensilios de la línea de sacrificio se presentaron altas concentraciones de *E. coli*. De la misma manera, el estudio identificó concentraciones de *E. coli* en el agua utilizada para las labores de escaldado, por lo que se recomienda realizar el análisis de puntos críticos y tomar las medidas necesarias que permitan prevenir y eliminar este tipo de contaminación.

Por consiguiente, dado el riesgo que representa este tipo de microorganismos para la salud del ser humano la FAO (2007), menciona que es necesario establecer un método basado en el análisis de los riesgos que permita mejorar la higiene de la carne que proviene de las plantas de sacrificio, con el propósito de reducir el riesgo de un producto contaminado con microorganismos patógenos. Respecto a los niveles permisibles de este tipo de microorganismos en la canal bovino la FAO (2007), aclara que estas pueden variar entre 10^1 a 10^{11} unidades formadoras de colonias (cfu), sin embargo, esto depende del tipo de microorganismo que se esté abordando ya que la dosis

infecciosa media para la *E. coli* O157:H7 es de solamente algunas células mientras que en el caso de *Salmonella spp* pueden llegar a ser de millones de células.

Figura 8. Niveles de microorganismos en la canal, utensilios, personal y agua.

VALUES EXPRESSED IN LOG UFC/CM ² OR ML OF CARCASSES, PERSONNEL, UTENSILS, CLEAR WATER AND SCALDING WATER IN THE PORK SLAUGHTER LINE							
Number samples	Place of sampling		Mean	SD	Minimum	Maximum	N* Incidence (%)
32	Carcasses	AMB	4.80	0.71	3.38	6.59	0 100
		Coliforms	2.08	1.09	0.10	4.64	0 100
		<i>E. coli</i>	1.37	0.69	-0.60	2.86	0 100
		<i>Salmonella</i>	-	-	-	-	23 28
19	Personnel	AMB	4.60	0.86	3.40	7.90	0 100
		Coliforms	2.20	1.32	-0.17	4.49	0 100
		<i>E. coli</i>	1.19	0.97	-0.48	3.76	0 100
		<i>Salmonella</i>	-	-	-	-	8 68
15	Utensils	AMB	4.78	0.84	2.74	6.18	0 100
		Coliforms	1.87	1.70	ND [†]	4.94	2 87
		<i>E. coli</i>	0.82	0.83	ND	2.15	3 80
		<i>Salmonella</i>	-	-	-	-	12 20
4	Clear water	AMB	3.20	1.08	1.60	4.46	0 100
		Coliforms	0.38	1.29	ND	2.23	2 50
		<i>E. coli</i>	0.005	1.01	ND	1.52	3 25
		<i>Salmonella</i>	-	-	-	-	4 0
4	Scalding water	AMB	3.70	0.95	2.76	5.23	0 100
		Coliforms	1.23	-	1.23	1.23	3 25
		<i>E. coli</i>	0.48	-	0.48	0.48	3 25
		<i>Salmonella</i>	-	-	-	-	4 0

Fuente: (Hernández et al, 2007),

Staphylococcus aureus

De acuerdo a López, Bettin y Suarez (2014), *Staphylococcus aureus* conforma la familia de los cocos Gram positivos y es parte de la familia Micrococcaceae, siendo un microorganismo patógeno que ocasiona un gran número de enfermedades en el ser humano que van desde infecciones en la piel, tejidos blandos hasta la presencia de bacteriemias; este microorganismo tiene la característica de ser resistente a ambientes adversos ya que su crecimiento se da en amplios rangos de pH y Aw. Así mismo, tiene la capacidad de persistir tanto a temperaturas de congelación como de descongelación, por lo que es muy frecuente que este tipo de bacterias puedan ocasionar enfermedades por el consumo de alimentos ya que se multiplican con rapidez en estos sin necesidad de generar rastros de descomposición, aspecto que facilita la ingesta por parte de los seres humanos.

Respecto a los riesgos que representa el *Staphylococcus aureus* para el sector cárnico, la FAO (2007), indica que este tipo de riesgo puede estar asociado a las personas que realizan las labores de sacrificio, por lo que es importante para que se dé una producción de carne inocua y apta para consumo humano que el personal presente en las plantas de sacrificio sigan las medidas de higiene necesarias y se realicen controles a todas las operaciones de la planta mediante la implementación de normas de higiene HACCP. De la misma manera, esta misma entidad insiste en la importancia de la inspección pre y post sacrificio con el fin de identificar factores que puedan ser focos de crecimiento del *Staphylococcus aureus* como es el caso de los abscesos y mastitis, y de ser identificados debe descartarse el lugar afectado como apto para consumo humano.

Listeria monocytogenes

De acuerdo a Villamil et al (2007), la *Listeria monocytogenes* es una bacteria perteneciente a la familia de los cocobacilos Gram-positivos, encontrándose principalmente en medios como el suelo, el agua, los vegetales, la leche cruda y los derivados cárnicos, por lo que este microorganismo ingresa al ser humano mediante la ingesta de alimentos contaminados, por ende es considerado como un problema de salud pública ya que puede llegar a afectar gravemente la salud de personas inmunodeprimidas, las mujeres embarazadas, los ancianos y los niños. Dado el alto riesgo que este microorganismo representa para la seguridad del sector cárnico, Villamil et al (2007), realizó un estudio con el fin de identificar *Listeria monocytogenes* en canales bovinos de raza Cebú en una planta de sacrificio, para ello tomaron muestras de cadera, falda, pecho y cuello de 120 canales, arrojando como resultado que 10 canales mostraron estar contaminados con *Listeria monocytogenes*, relacionando esta contaminación de la canal con las inadecuadas prácticas de higiene por parte de los trabajadores. Por lo tanto, este autor recomienda implementar diferentes

planes de análisis de riesgos y puntos críticos de control más conocidos como HACCP, ya que esto permitirá reducir el riesgo de contaminación de la canal con *Listeria monocytogenes* y ofrecer un producto seguro y calidad al consumidor final.

Conclusiones

Se encontró durante el desarrollo de la investigación, que la mayoría de los autores coinciden en que dentro de los principales factores que generan alteraciones en el pH de la canal se encuentran los largos periodos de ayuno y los manejos inadecuados de los animales que producen situaciones de estrés ya sea durante el transporte o el presacrificio, ya que estos generan un alto consumo del glucógeno muscular lo que tiene relación directa con el pH 24 horas postmortem afectando de esta manera la calidad de la carne. Por ende, es importante que los tiempos de espera premortem no sean demasiado extensos y que durante estos se proporcione la necesaria cantidad de agua y alimento a los animales, lo que contribuirá con la estabilización de los niveles de pH postmortem, disminuyendo de esta manera la probabilidad de aparición de carnes DFD y garantizando el tiempo de preservación de la carne ya que los niveles de pH inadecuados facilitan el crecimiento de microorganismos.

Dentro de los principales factores que impactan la calidad de la canal respecto a la inocuidad se encuentra el transporte, por lo que es necesario que este se realice en vehículos que cumplan con los elementos necesarios que eviten altos niveles de estrés en los animales. Así mismo, es importante que se garantice el consumo de agua y alimento durante todo el trayecto hacia la planta de sacrificio ya que esto evitara alteraciones de los niveles de pH en la canal. Del mismo modo, es importante que se preste atención a las labores de carga y descarga ya que es en estos procedimientos es donde se presenta el mayor número de contusiones que representan pérdidas económicas para el sector.

Igualmente, se concluye que una de las principales causas de la contaminación de la canal con microorganismos como la *Escherichia coli*, el *Staphylococcus aureus* y la *Listeria*

monocytogenes, tiene lugar en la inadecuadas prácticas de higiene realizadas por el personal encargado de realizar las diferentes labores en las plantas de sacrificio, por lo tanto, es necesario realizar la adecuada capacitación del personal operativo así como la implementación de planes de análisis de riesgos y puntos críticos de control (HACCP), lo cual garantizará una carne inocua y segura para el consumidor final, ya que la mayoría de los microorganismos mencionados anteriormente representan un alto riesgo para la salud del ser humano y por ende son considerados como un problema de salud pública relacionado al consumo de alimentos.

Referencias

- Albán, A.L. (2022). *Evaluación del pH y crecimiento microbiano durante el faenamiento y almacenamiento de carnes de res, pollo y cerdo* [Tesis de pregrado, Universidad Agraria Del Ecuador], Guayaquil, Ecuador.
<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ALBAN%20LOOR%20ANDRES%20PATRICIO.pdf>
- Castrillón H., Wilson, E., Fernández S., Jorge A., Restrepo, B., Luís F. (2005) Determinación de carne PSE (pálida, suave y exudativa) en canales de cerdo. *Revista Vitae*, 12 (1), 23-28.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012140042005000100003&script=sci_abstract&tlng=es
- Franco, P., Ramírez, L., Orozco, M. y López, L. (2013). Determinación de *Escherichia Coli* e identificación del serotipo O157:H7 en carne de cerdo comercializada en los principales supermercados de la ciudad de Cartagena. *Revista Lasallista de Investigación*, 10 (1), 91-100.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1794-44492013000100009&script=sci_abstract&tlng=es
- Gallo, C., Tadich, N. (2005). Transporte terrestre de bovinos: Efectos sobre el bienestar animal y la calidad de la carne. *Revista Agro-ciencia*, 21(2), 37-42.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid
- Gallo, C., Tadich, N. (2008). Bienestar animal y calidad de carne durante los manejos previos al faenamiento en bovinos. *Revista REDVET*. 9(10), 2-19.
<https://www.redalyc.org/pdf/636/63617111001.pdf>
- Hernández, S., Zúñiga, A., Sánchez, I., Castro, J., Román, A. y Santos, E. (2007). Condiciones microbiológicas en el proceso de sacrificio en un rastro municipal del estado de Hidalgo, México. *Revista veterinaria México*, 38 (2), 187-195.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42338205>
- Herrera, C.A. (2008). *Análisis descriptivo de factores asociados a la presentación de contusiones y ph elevado en canales de bovinos de distinta procedencia geográfica* [Tesis de pregrado,

Universidad Austral de Chile]. Repositorio Uach.

<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2008/fvh565a/doc/fvh565a.pdf>

- Juárez, O., Carrasco, A., Ladin, L., García, R., Cervantes, P. (2009). *Análisis de algunos factores pre-sacrificio, durante y post sacrificio que afectan el pH de canales de novillos para abasto, Veracruz* [PDF]. <https://www.uv.mx/veracruz/cienciaanimal/files/2013/11/Analisis-de-factores-presacrificio-de-novillos-de-abasto.pdf>
- Lopez, L., Betting, A. y Suarez, H. (2014). Caracterización microbiológica y molecular de *Staphylococcus aureus* en productos cárnicos comercializados en Cartagena, Colombia. *Revista Costarricense de Salud Publica*, 25 (2), 113-121. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rcsp/v25n2/1409-1429-rcsp-25-02-81.pdf>
- Loredo, J., Sánchez, E., Barreras, A., Figueroa, F., Pérez, C. y Ruiz, M. (2021). Evaluación de los componentes del manejo antes, durante y después de la matanza y su asociación con la presencia de carne DFD en bovinos del noreste de México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 12 (3), 773-788. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12i3.4866>
- Mariño, O.A. (2003). *Determinación y evaluación del pH en canales de bovinos de las razas Holstein (Bos Taurus) y Nelore (Bos Indicus) en Lima – Perú* [Tesis de pregrado, Universidad mayor de San Marcos]. Repositorio UMSM. <https://core.ac.uk/download/pdf/323345336.pdf>
- Odeón, M.M., Romera, S.A. (2017). Estrés en ganado: causas y consecuencias. *Revista veterinaria*, 28(1), 69-74. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1669-68402017000100014
- Organización de las naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2007). *Manual de buenas prácticas para la industria de la carne* (2th ed.). <https://www.fao.org/3/y5454s/y5454s.pdf>
- Osejo, M. (2017). *Evaluación del Bienestar Animal mediante la identificación de lesiones traumáticas macroscópicas en canales bovinas* [Tesis de maestría, Universidad Nacional agraria] Repositorio UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/3530/>
- Priore, E. y Bianchi, G. (2011). Jerarquización de factores en la cadena cárnica para modelar el pH

- de la carne vacuna. *Revista Agrociencia Uruguay*, 15 (2), 134-143.
http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2301-15482011000200016
- Quiroz, K., Restrepo, D. y Barahona, R. (2016). Efecto del tiempo de ayuno sobre el rendimiento en canal y el pH en canales bovinas. *Revista Lasallista de Investigación*, 13 (2), 80-17.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S179444492016000200008&script=sci_abstract&tlng=es
- Resolución 240 de 2013. (2013, 09 de Febrero). Ministerio de salud y protección social. Diario oficial No. 48699. https://scj.gov.co/sites/default/files/marco-legal/R_MSPS_0240_2013.pdf
- Restrepo, E.V. (2015). *Evaluación del riesgo microbiológico en el proceso de producción de la planta de beneficio y faenado del frigorífico del Cauca S.A.S.* [Tesis de pregrado, Universidad pontificia bolivariana]. Repositorio upb. <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/2505>
- Rizo, M. (2015). *Técnicas de investigación documental*, universidad nacional autónoma de Nicaragua, Managua. <https://tesisymasters.com.co/tecnicas-de-investigacion/#:~:text=Las%20t%C3%A9cnicas%20documentales%20son%20las,tesis%20%20revistas%20entre%20otros.>
- Romero, M., Uribe, L., Sánchez, A. (2013). Indicadores conductuales y signos de sensibilidad usados para evaluar el bienestar animal durante el sacrificio de bovinos, Universidad de Caldas, Manizales, Colombia, 7 (2), 8-21.
<http://vetzootec.ucaldas.edu.co/downloads/v7n2a01.pdf>
- Romero, M., Uribe, L., Sánchez, J. (2011). Biomarcadores de estrés como indicadores de bienestar animal en ganado de carne, *Biosalud*, 10(1), 71-83.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-95502011000100007
- Romero, M.P., Uribe, L.F., Sánchez, J.V. (2010). El transporte terrestre de bovinos y sus implicaciones en el bienestar animal, *Biosalud*, 9(2), 67-75.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-95502010000200008

- Romero, P., Marlyn H., González, G., Claudia, G. (2012). Evaluación del bienestar animal por medio de indicadores conductuales durante el sacrificio de bovinos, *Revista Luna Azul*, (35), 48-59. <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n35/n35a04.pdf>
- Romero, P., Marlyn, H., Gonzáles, G., Lina, M., Cobo, A., Claudia, G. (2012). Evaluación del bienestar animal por medio de indicadores conductuales durante el sacrificio de bovinos. *Revista Luna Azul*, (35) 47-55. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1909-24742012000200004&script=sci_abstract&tlng=es
- Serrano, E., Humada, M., Maestro, M. (2012). *Manual sobre Manejo Pre y Post Sacrificio: Influencia sobre la calidad de la carne de vacuno del Centro de investigación y Formación Agrarias. Gobierno de Cantabria (1 ed)*. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/carne_y_subproductos/197-manual_carne.pdf
- Sierra, V. (2010). *Evolución post-mortem de parámetros indicativos de calidad en carne de vacuno: efecto de la raza y el gen de la hipertrofia muscular* [Tesis de doctorado, Universidad de oviedo]. Repositorio Tdx.
https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/11156/UOV0075TVSS_1.pdf
- Tuninetti, N., Blainq, L. y Otero, J. (2017). Evaluación de las contusiones y del ph en canales bovinas en un matadero de la provincia de santa fe. *Revista de investigación veterinaria*, 19 (1), 33-45. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1668-34982017000100004
- Villamil, D., Gallego, M., Torres, O. y Ramírez, M. (2007). *Listeria monocytogenes* en canales de bovinos cebú en una planta de sacrificio de la sabana de Bogotá (Colombia). *Revista U.D.C.A Actualidad y divulgación científica*, 10 (1), 93-101. <https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc/article/view/570/489>