

**Influencia del bienestar animal durante el manejo pre-mortem en la calidad de la carne
bovina post mortem**

Paola Victoria Zuluaga

Tutora:

Magda Piedad Valdés Restrepo Ph.D.

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería ECBTI

Tecnología en Calidad Alimentaria

2025

Dedicatoria

Han sido años de mucho esfuerzo que poco a poco se ven los resultados de estos. Primero que todo, agradecida con Dios por permitirme vivir esta experiencia y darme la oportunidad de crecer como profesional y personalmente durante este tiempo, además, por brindarme fortaleza en momentos donde a veces me vi cansada, desesperada, agotada; a mi familia por entender que en ocasiones tenía que sacrificar tiempo de compartir con ellos para dedicarlo a mis actividades académicas, pero, sobre todo por ser ese pilar fundamental en mi vida.

Muchas gracias.

Agradecimientos

Agradezco a Dios por permitirme encaminarme en este viaje maravilloso, en esta carrera de Tecnología en Calidad Alimentaria, a través de la disciplina, he tenido el privilegio de adquirir conocimientos y habilidades que me han transformado y me han otorgado una perspectiva única sobre mi entorno, la oportunidad de estudiar en esta, la Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología E Ingenierías; me siento profundamente agradecida por todas las experiencias y aprendizajes que he obtenido a lo largo del camino.

A mis padres, hijas y esposo, les debo mi más sincero agradecimiento, su dedicación apoyo incondicional ha sido la fuerza que me ha impulsado detrás de mis logros académicos, su confianza en mi capacidad y su amor infinito me ha inspirado a alcanzar mis metas, que en algún momento pensé desfallecer, gracias por cada instante, por cada momento de aliento para que continuara, cada opinión constructiva.

A mis compañeros que, de alguna manera formaron parte de mi camino académico y personal, les envié mis más sinceros agradecimientos, tal vez, sin su apoyo y comprensión no habría sido posible, en esta bonita experiencia que me ha permitido crecer y convertirme en la persona que soy hoy.

Con humildad, cierro este capítulo de mi vida y rogando a Dios que me de oportunidad de continuar formándome como profesional, sin dejar atrás llevare conmigo los valores inculcados, y las enseñanzas que he recibido.

Resumen

El manejo de los animales antes del sacrificio, que incluye el transporte y la espera, puede ser muy estresante para ellos y afectar negativamente la calidad de la carne. Existen varios factores que generan estrés en los animales durante este proceso, como el ayuno, el transporte y la espera, lo cual es preocupante. Por ejemplo, un ayuno prolongado antes del sacrificio puede incrementar el estrés y disminuir la calidad de la carne debido a cambios en el metabolismo del animal. El transporte puede resultar especialmente estresante por el calor, el frío, la humedad y el movimiento, y la espera previa al sacrificio también puede ser difícil, sobre todo si los animales están hacinados o deben esperar mucho tiempo.

La manipulación post mortem de la carne es crucial para asegurar la calidad del producto final. Factores como la temperatura de refrigeración, el tiempo de almacenamiento y la forma en que se maneja la carne durante su preparación y procesamiento influyen en sus propiedades fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas. El bienestar animal juega un papel esencial en la producción de carne de alta calidad; tanto el estrés antes del sacrificio como un manejo adecuado después de este pueden impactar de manera significativa en la calidad de la carne, afectando su textura, sabor y la satisfacción del consumidor. Asegurar un trato ético y un manejo correcto de los animales es vital para satisfacer tanto a la industria alimentaria como a los consumidores que valoran el bienestar animal. Además, una carne de mejor calidad puede traducirse en mayores ganancias para los productores al mantener el valor del producto en el mercado.

Palabras clave: estrés, transporte, aturdimiento, especie, rendimiento.

Abstract

Animal welfare is an important aspect in the production of food of animal origin, since it can affect both the quality of the final product and the profitability of producers. Pre-mortem handling of animals, including transport and waiting before slaughter, can be especially stressful for animals and can have negative effects on meat quality.

Factors that can contribute to stress in animals during premortem handling include fasting, transport, waiting, stunning, and species. For example, prolonged fasting before slaughter can increase stress and decrease meat quality due to changes in the animal's metabolism. Transportation can be particularly stressful due to hot, cold, humid and moving conditions. The wait before slaughter can also be stressful, especially if the animals are in crowded conditions or if the waiting time is long. Post-mortem handling of meat is also important for the quality of the final product. Physicochemical, organoleptic, and microbiological properties of meat can be affected by factors such as refrigeration temperature, length of storage, and handling during meat preparation and processing. Animal welfare is a fundamental component in the production of quality meat. Both premortem stress and proper postmortem handling significantly influence meat quality, affecting its texture, flavor, and customer satisfaction. Ensuring ethical treatment and proper handling of animals is essential for the food industry and the satisfaction of consumers aware of animal welfare. In addition, better quality meat can be more profitable for producers by maintaining the value of the product in the market.

Keywords: handling, stress, specie, transport, stunning, performance

Tabla de Contenido

Introducción	10
Justificación	13
Objetivos.....	16
Objetivo General.....	16
Objetivos Específicos.....	16
Planteamiento del Problema	17
Metodología.....	19
Marco Teórico.....	21
Efecto del Manejo Pre-Mortem en la Calidad de la Carne	21
Fisiología del Estrés	21
Manejo del Estrés.....	22
Diseño del Entorno	22
Superficies Antideslizantes: Garantizar la presencia de superficies antideslizantes en todas las zonas de movimiento con el fin de prevenir resbalones y sustos en los animales.....	22
Técnicas de Manejo Calmo.....	22
<i>Uso de la Presión Óptima</i>	22
Esquemas de Movimiento del Ganadero	23
Reducción de Ruidos	23
Conducta de Seguimiento	23
Evitar el Aislamiento.....	23
Entrenamiento y Vigilancia Constante.....	23
Medición Objetiva de Estrés	24

	7
Alimentación.....	24
Métodos de Evaluación.....	25
Contenido de Grasa Intramuscular (Marmoleo)	25
Transporte	26
Monitoreo y Bienestar Animal.....	27
Condiciones de Salud y Alimentación	27
Tiempo de Espera Previo al Sacrificio.....	27
Factores Pos Mortem que Afectan la Calidad de la Carne Bovina.	28
<i>Contenido de Grasa Intramuscular (Marmoleo)</i>	28
Rigidez Cadavérica (Rigor Mortis).....	28
<i>Descripción del Proceso</i>	28
Efecto Sobre la Carne	29
Cambios de pH en Post Mortem	30
Influencia del pH en la Calidad	31
Descomposición de las Enzimas Endógenas	31
Maduración de la Carne	31
Tiempo de Maduración	32
Balance entre Ternura y Frescura.....	33
Métodos de Sacrificio	34
Procesamiento Post Mortem	34
Propiedades Fisicoquímicas, Organolépticas y Microbiológicas que Afectan la Calidad de la Carne.....	36
Propiedades Fisicoquímicas que Afectan la Calidad de la Carne	37

Propiedades Organolépticas que Afectan la Calidad de la Carne	38
Propiedades Microbiológicas que Afectan la Calidad de la Carne	39
<i>Recuento Total de Bacterias Aerobias (APC)</i>	39
<i>Presencia de Salmonella Spp</i>	40
<i>Presencia de Listeria Monocytogenes</i>	40
<i>Recuento de Campylobacter Jejuni</i>	41
<i>Recuento de Bacterias de Descomposición (como Pseudomonas Spp., Brochothrix Thermosphacta)</i>	41
<i>Recuento de Mohos y Levaduras</i>	41
<i>Detección de Biofilms</i>	41
Consecuencias de las Propiedades Fisicoquímicas, Organoléptica y Microbiológicas de la Carne	42
Propiedades Fisicoquímicas	42
Propiedades Organolépticas	42
Propiedades Microbiológicas	43
Carne Oscura, Firme y Seca (OFS).....	43
Características de la Carne OFS	44
Causas de la Carne OFS.....	44
Consecuencias de la Carne OFS	45
Carne Pálida Blanda y Exudativa (PBE)	45
Características de la Carne PBE	45
Causas de la Carne PBE.....	46
Consecuencias de la Carne PBE	46

Recomendaciones48

Referencias Bibliográficas49

Introducción

Las características físicas, químicas, orgánicas y microbiológicas son esenciales para establecer la calidad de la carne, que se ve afectada por varios elementos como los procesos de producción, la nutrición, la genética, el traslado, la salud animal y el proceso de transformación. Elementos como el grado de acidez, la habilidad para retener agua, el color, la textura, la cantidad de azúcar y el gusto tienen un rol crucial en las preferencias de los consumidores. Una gestión incorrecta de los animales previo al sacrificio, en particular el estrés, puede afectar de manera negativa la calidad de la carne, dado que las variaciones hormonales pueden modificar la estructura del tejido muscular. Para los cerdos, el estrés frecuentemente conduce a la producción de carne magra, tierna y jugosa, mientras que, para el ganado vacuno, este mismo estrés puede generar DFD (carne seca, dura y oscura), que es menos valorada por los consumidores. (Garmyn y sus colegas, 2011).

La atención que los animales reciben antes de ser sacrificados incide en la calidad de la carne, dado que impacta en su fisiología hormonal y en los procesos bioquímicos internos que les facilitan ajustarse a las variaciones en su ambiente (Díaz & Segura, 2022). Si los animales sufren un manejo y transporte incorrectos, experimentan estrés, lo que causa cambios hormonales que impactan la composición química de su sangre y músculos, además de las características de la carne después del sacrificio. Ávila et al (2021). Las medidas de catecolaminas y cortisol resultan esenciales para medir los niveles de estrés. A pesar de que no se notan variaciones notables en los niveles de catecolaminas en la sangre entre animales más o menos resistentes al estrés, compuestos como la epinefrina y la norepinefrina son pertinentes (Furlos, 2016; Friend et al., 2005). La epinefrina se vincula primordialmente con el estrés fisiológico, en cambio, la

norepinefrina está vinculada con la actividad física (Knowless & Warris, 2006, citado en Romero et al., 2011).

En términos generales, la habilidad de los animales para ajustarse al estrés se basa en la velocidad de los cambios hormonales, dado que las catecolaminas pueden impactar de manera adversa en la calidad final de la carne mediante mecanismos de regulación fitorreguladora y estimulación metabólica (Haid et al., 2017; Troger y Woltersdorf, 2016). La adrenalina y la noradrenalina causan un incremento en el ritmo cardíaco y la presión arterial, lo que conduce a una circulación sanguínea intensificada en los músculos a causa de la vasodilatación, junto con vasoconstricción (Mormède, 2017).

Estas modificaciones pueden estar vinculadas con la formación de hematomas y sangrados en los músculos, también conocidos como salpicaduras o manchas. Adicionalmente, la adrenalina, en combinación con otras hormonas, estimula sistemas enzimáticos que potencian la transformación del glucógeno en los músculos en ácido láctico. Tras la acción de sacrificio, este procedimiento causa una rápida reducción del pH en los músculos, a causa de la ausencia de transporte y capacidad de amortiguación de la sangre (Woltersdorf, 2016).

Así pues, se puede sostener que las hormonas que participan en esta actividad poseen un efecto que provoca diabetes.

La falta de alimento en las vacas afecta los niveles de estrés en la sangre, y esto fluctúa dependiendo del tiempo de la falta de alimento y si se acompaña de transporte (Gallo, 2009). Los distintos periodos de espera en los corrales previos al sacrificio también afectan la resistencia al estrés, generando cambios en las hormonas vinculadas al estrés y en el metabolismo del glucógeno en el músculo, en función del tiempo de espera (Moberg, 2000) Estas modificaciones se manifiestan en la degradación del glucógeno y en la disminución del pH (Gallo, 2009). El

almacenamiento de ácido láctico en los músculos modifica las membranas lisosomales, desencadenando la activación de enzimas proteasas que requieren calcio, como las catepsinas y glucuronidasas (Calkins et al., 2014). Las proteasas que necesitan calcio operan en un pH aproximado de 7, en cambio, las catepsinas funcionan en un pH cercano a 6 (Calkins & Seideman, 2008; Bruce & Ball, 2006). El pH de la carne previo al rigor mortis afecta su calidad, con una glucogenólisis acelerada que genera carne PSE y una más pausada que conduce a la producción de DFD.

Justificación

La industria de alimentos a escala mundial se basa en gran parte en la producción de productos animales para satisfacer la creciente demanda de proteínas en la alimentación de los individuos, siendo la carne bovina uno de los productos más destacados por su aporte de nutrientes vitales. Asimismo, la industria de la carne desempeña un rol crucial en la economía al crear puestos de trabajo, preservando su estatus como un sector esencial. En los últimos años, el interés y la inquietud de la sociedad ha crecido significativamente. Esta perspectiva no solo aborda cuestiones éticas, sino que también se aplica directamente a la calidad de los animales que acaban en nuestras comidas. (Ouf, 2021) manifested the perception.

La gestión de los animales antes de su sacrificio es esencial en la producción de carne bovina, e implica el traslado, la espera antes del sacrificio y el aturdimiento. En esta fase, los animales podrían sufrir de estrés, lo que podría provocar alteraciones fisiológicas y conductuales que afectan la calidad de la carne (Garcia, 2021). Es crucial entender el impacto de los elementos pre-mortem, tales como el estrés, las condiciones ambientales y la interacción entre el animal y su entorno, en la calidad de la carne bovina (Damián & col, 2022).

La carne bovina es esencial en la dieta humana, representando una significativa fuente de proteínas y nutrientes. A escala global, se produce un elevado volumen de carne de vacuno cada año, lo que la sitúa como un componente esencial de la industria de alimentos; además, esta industria tiene un rol significativo en la economía al crear puestos de trabajo y respaldar a varias comunidades (Díaz & Segura 2022). La carne bovina es apreciada por su gusto y su habilidad para ajustarse a diversas recetas, convirtiéndose en un elemento crucial en la dieta de numerosas personas (Grimaldo, 2022).

Sin embargo, la seguridad alimentaria no solo está vinculada al sabor y la textura de la carne bovina, sino también a su calidad. Hay que asegurar que la carne sea segura y de excelente calidad es fundamental para cuidar la salud de la población y cumplir con las demandas de los clientes. La calidad y seguridad de los productos de la industria cárnica están directamente relacionadas con su reputación (Grimaldo, 2022).

Así pues, entender cómo elementos pre-mortem, como el estrés y las condiciones ambientales, influyen en la calidad de la carne bovina es vital, no solo desde un punto de vista moral, sino también para asegurar la satisfacción del consumidor y la competitividad en el sector cárnico en constante cambio. Es importante para productores, distribuidores, chefs y consumidores, todos desempeñan un papel crucial en la cadena de abastecimiento de carne para consumo. (Grimaldo, 2022).

De acuerdo con la FAO, el consumo mundial de carne de vacuno es alto y en 2022 se generaron cerca de 76 millones de toneladas métricas a escala mundial, un número considerable, de acuerdo con Murray et al (2017). Este dato destaca la importancia de la ganadería en la nutrición humana y su influencia en la economía mundial (Perry, 2016).

La carne bovina es valorada por su importancia nutricional. Ofrece una amplia variedad de proteínas de alta calidad que contienen todos los aminoácidos requeridos para el desarrollo y la salud del cuerpo (Murray, et al 2017). Además, la carne bovina posee hierro hemo, esencial para los glóbulos rojos y el oxígeno, junto con nutrientes vitales como la vitamina B12, zinc y niacina, indispensables para varias funciones del cuerpo (García, 2021).

La producción de carne de vacuno, un componente crucial de la industria ganadera, es esencial para la generación de empleos a escala mundial. Este sector no solo abarca a los productores de ganado, sino también a varios trabajadores en áreas como la reproducción, la

nutrición y el bienestar animal, el transporte, el procesamiento de carne y su distribución; la cadena de abastecimiento de carne de vacuno proporciona empleo a millones de personas a escala mundial, siendo vital para la economía y el sostenimiento de numerosas comunidades locales (García, 2021).

Objetivos

Objetivo General

Indagar sobre la influencia del bienestar animal bovino durante el manejo Pre- mortem en la calidad de la Carne Post Mortem

Objetivos Específicos

Identificar el efecto del manejo pre mortem en la calidad de la carne bovina.

Determinar los factores post mortem que afectan la calidad de la carne bovina.

Analizar las propiedades fisicoquímicas, organolépticas y microbiológicas que afectan la calidad de la carne.

Planteamiento del Problema

Tomar medidas para el bienestar animal durante el transporte es fundamental para minimizar las pérdidas en cantidad y calidad de la carne, así como para evitar el maltrato y el estrés de los animales. Es esencial seguir ciertos procedimientos y buenas prácticas en el manejo de los animales antes, durante y después del transporte. Antes de mover a los animales, se debe revisar su estado físico y de salud para asegurarse de que estén en condiciones óptimas, además de respetar los períodos de ayuno recomendados. Al cargar, es crucial no usar herramientas afiladas, evitar el uso de electricidad y no hacer un uso indebido de los métodos de manejo. También es importante no ejercer presión innecesaria. Asimismo, se debe garantizar que los animales tengan suficiente espacio y ventilación en el vehículo, y que el transporte se realice en condiciones de temperatura adecuadas. (Díaz & Segura 2022).

Es imprescindible evitar frenadas bruscas, movimientos bruscos y superar la velocidad máxima permitida durante el transporte. Además, es imprescindible asegurar que los animales dispongan de acceso a agua fresca y a una dieta apropiada, debiendo efectuarse pausas regulares para facilitar su descanso e hidratación, considerando la condición del animal, permitiéndole descansar correctamente antes de ser sacrificado y asegurando un manejo apropiado sobre esto. Aquecedor. Se aplican los métodos de sacrificio. (Damián & col, 2022).

El motivo es que los elementos relacionados con el transporte pueden provocar ansiedad en los animales, lo que provoca múltiples reacciones corporales que pueden afectar la calidad de la carne. Por ejemplo, el estrés puede incrementar la generación de ácido láctico, lo que reduce el pH de la carne, transformándola en una carne más ácida y pálida, de acuerdo con el estudio de Grimaldo (2022). La movilización de ganado por más de 3 horas y las camas de desechos de caña incrementan la temperatura corporal, provocando carne pálida, blanda y exudativa (PSE).

Es vital disminuir el estrés animal durante el traslado para potenciar la calidad de la carne y la rentabilidad en la ganadería (Ávila, et al 2021).

La implementación de acciones de protección animal durante el transporte no solo es un asunto ético y jurídico, sino también un método para asegurar la calidad de la carne, reducir las pérdidas financieras y mantener el prestigio de la industria de la alimentación. Es fundamental prestar atención y respeto a los animales en cada etapa de la cadena de suministro para acatar las normas éticas y jurídicas, y para satisfacer las expectativas de los consumidores que aprecian el bienestar animal.

Pregunta de Estudio

¿De qué manera afecta el tratamiento antes y después de la muerte a la calidad de la carne?

Metodología

Se empleará un método estricto basado en los principios de la PRISMA para llevar a cabo la monografía de investigación titulada "El efecto del bienestar animal en el manejo pre-mortem en la calidad de la carne bovina post mortem". El propósito principal de esta investigación detallada fue buscar y analizar estudios científicos relevantes acerca de cómo el bienestar animal previo al sacrificio afecta la calidad de la carne de vacuno post-mortem (Morales, 2022).

Estrategia de Búsqueda

Se realizó un exhaustivo análisis en diversas bases de datos académicas, tales como Scopus, SciELO, Science Direct, Google Académico y REDALYC. Se utilizaron términos específicos como "protección animal", "gestión previa a la matanza", "calidad de la carne bovina", y sus siglas correspondientes en inglés. Este método aseguró la inclusión de estudios relevantes en ambos idiomas para cubrir una amplia gama de investigaciones sobre el asunto (Morales, 2022).

Criterios de Inclusión

Se tomaron en cuenta estudios llevados a cabo desde el 2000 hasta el 2024, que analizaban cómo las técnicas de gestión previa al sacrificio afectaban aspectos específicos de la calidad de la carne bovina, tales como la textura, succulencia, gusto y percepción sensorial. Se seleccionaron investigaciones que proporcionaron datos empíricos o experimentales sobre la relación entre el bienestar animal previo al sacrificio y los rasgos de calidad de la carne. Se examinaron estudios que mostraban medidas o intervenciones vinculadas al cuidado de los animales que podrían influir directamente en la calidad de la carne de vacuno tras su fallecimiento.

Criterios de Exclusión

Se descartaron investigaciones previas al año 2000 que no abordaron el bienestar animal durante el manejo pre-mortem y su impacto en la calidad de la carne bovina. Además, se descartaron investigaciones que no aportaron datos relevantes o que se centraron en asuntos diferentes a la calidad de la carne, como estudios económicos o ambientales que no trataran directamente el bienestar animal y la calidad sensorial de la carne.

Proceso de Selección

El proceso de selección se llevó a cabo en diversas etapas definidas. Primero, se examinaron los títulos y síntesis de los estudios hallados para establecer su relevancia inicial. Luego, se realizó un análisis exhaustivo de las investigaciones seleccionadas para asegurar que satisfacen los requisitos de inclusión y no sean impactados por los criterios de exclusión previamente fijados. En cada estudio, se valoró la metodología y la coherencia de los datos para asegurar la confiabilidad de la evidencia recolectada.

Marco Teórico

La atención al animal previo y posterior a su fallecimiento influye en la calidad de la carne, sin embargo, también existen otros factores que afectan la terneza, tales como la especie, raza, género, edad, localización del músculo, actividad física y dieta (Andújar, G. 2009).

Efecto del Manejo Pre-Mortem en la Calidad de la Carne

Hernández y colaboradores (2013) hallaron que la influencia del manejo previo al sacrificio en la calidad de la carne bovina está vinculada con la composición o características del producto. La aprobación del consumidor se basa en estas propiedades. Las características físicas y químicas que influyen en la calidad de la carne fresca son el pH, la capacidad de retención de agua, el color y la textura, además de su percepción sensorial (frescura, consistencia, aroma, sabor) y los elementos microbiológicos. Estas características son afectadas por varios elementos como el sistema productivo, la alimentación, la raza, el transporte, la salud y la gestión de los animales, tanto previo como posterior al sacrificio animal. Procedimientos de matanza, gestión y conservación. (Hernández, et al., 2013).

Aquino López et al., (2013) argumentan que el estrés causado por una gestión inadecuada antes del sacrificio tiene un impacto negativo en la calidad de la carne, ya que las alteraciones hormonales producidas por el estrés en el cuerpo animal influyen en la estructura del tejido muscular y en las características de la carne adquirida.

Fisiología del Estrés

El estrés es la reacción bioquímica y hormonal de un animal ante modificaciones bruscas en su ambiente para asegurar su supervivencia (McEwen, et al. 2003). Los animales que experimentan condiciones deficientes de transporte y manejo experimentan estrés antes de ser sacrificados. Esto provoca intensas alteraciones hormonales que afectan la estructura química de

la sangre y el tejido muscular de los animales vivos. Además, también afectan las propiedades físicas y químicas de la carne después del sacrificio (Koolhaas, et al. (2011).

Abdulaziz et al. (2023) indican que el cuerpo de un animal sometido a estrés sufre cambios hormonales significativos que afectan la estructura del tejido muscular durante la vida y las características de la carne producida. En los cerdos, el estrés tiende a provocar carne PSE, en cambio, en la carne de vacuno genera DFD. Esta carne no es aceptada por los consumidores, lo que conlleva a pérdidas financieras.

Manejo del Estrés

El estrés antes de la sacarificación puede causar alteraciones físicas en los animales que impactan en la calidad de la carne. Un control efectivo del estrés puede reducir al mínimo estos impactos adversos. Grandin (2011) is an expert in animal welfare and has extensively researched handling techniques that reduce stress in livestock before slaughter. The handling techniques will be specified and listed for further explanation.

Diseño del Entorno

Paredes cerradas: Emplear muros cerrados en el corral de encierro, la entrada y la manga de compresión para disminuir las distracciones visuales y aliviar el estrés.

Superficies Antideslizantes: Garantizar la presencia de superficies antideslizantes en todas las zonas de movimiento con el fin de prevenir resbalones y sustos en los animales.

Técnicas de Manejo Calmo

Uso de la Presión Óptima

Aplicar la presión adecuada: Aplicar la presión necesaria para asegurar que el animal se sienta seguro, pero sin causar dolor, ajustar la presión hidráulica adecuada para prevenir lesiones.

Reducción rápida de la Presión: Si el ser humano lucha, intensificar la presión con rapidez para evitar que se inquiete.

Esquemas de Movimiento del Ganadero

Dirección del Operario: El conductor deberá caminar en sentido contrario al avance del animal, cruzando el punto de balance del hombro con el fin de impulsarlo a moverse.

Reducir la zona de Fuga: Mantenerse fuera de la zona de fuga del animal con el fin de evitar presionarlo de forma innecesaria.

Reducción de Ruidos

Cubrir Ruidos Metálicos: Colocar protectores de goma en las barras laterales de las mangas de compresión con el fin de disminuir el choque y el sonido.

Se utilizan sistemas hidráulicos silenciosos. Se emplean sistemas hidráulicos concebidos con el propósito de disminuir los ruidos que son especialmente sensibles para los animales.

Conducta de Seguimiento

Uso de la estrategia de seguimiento: No eliminar completamente el corral de encierro para que los animales continúen al líder hacia la manga.

Evitar el Aislamiento

No Aislar a los Animales: Evitar separar a un animal del grupo, ya que esto puede causarle estrés y volverlo peligroso, manejar a los animales en grupos siempre que sea posible.

Entrenamiento y Vigilancia Constante

Capacitación de los Operarios: Entrenar a los operarios en técnicas de manejo calmo y en el uso de los esquemas de movimiento adecuados.

Supervisión Regular: Mantener una vigilancia constante para asegurar que las prácticas de manejo calmo se sigan implementando y evitar que el manejo tranquilo se convierta en manejo rudo.

Medición Objetiva de Estrés

La implementación de un programa de manejo del estrés en animales pre-sacrificio es crucial para mejorar la calidad de la carne y el bienestar de los seres vivos. Es fundamental observar y medir el porcentaje de vocalizaciones como un indicador de estrés, ya que un aumento en estas puede señalar un manejo inapropiado (Grandin, 2010). La reducción del uso de la picana eléctrica es otra práctica recomendada, debido a su correlación con el incremento del estrés (Gregory, 2007). Para aplicar estas estrategias de manera efectiva, se sugiere realizar una evaluación de las instalaciones para identificar y corregir fuentes de estrés, como áreas ruidosas o superficies resbaladizas, y ofrecer programas de capacitación continua para el personal, asegurando que comprendan y apliquen las mejores prácticas de manejo (Gallo et al., 2003). Además, establecer un sistema de monitoreo y retroalimentación para evaluar y ajustar el desempeño en el manejo del estrés y asegurar el compromiso gerencial en la promoción de una cultura de bienestar animal son acciones esenciales (Hemsworth et al., 2011).

Alimentación

En el contexto de la nutrición de los bovinos previo al sacrificio, la calidad de la carne puede verse afectada. Por ejemplo, una dieta enriquecida con granos puede potenciar el gusto de la carne, mejorando su sabor y textura. Por otro lado, Gómez (2009) sostiene que modificaciones drásticas en la dieta pueden provocar estrés y afectar de manera negativa la calidad de la carne. García y colaboradores (2016) descubrieron que la aplicación de aceite de girasol incrementó la calidad de la carne de los novillos que se alimentaban con césped.

Métodos de Evaluación

Contenido de Grasa Intramuscular (Marmoleo)

El análisis del contenido de grasa intramuscular, también llamado mermelo, es crucial para evaluar la calidad de la carne bovina, dado que influye de manera notable en la terneza, el gusto y el gusto del producto final. Para valorar esta característica, se emplean métodos como la extracción mediante disolventes y el estudio gravimétrico.

En un estudio realizado por Wood et al. (2004), se utilizó la técnica de extracción con solventes y análisis gravimétrico para investigar cómo diferentes dietas afectan el sabor de la carne bovina. Este estudio proporcionó información valiosa sobre cómo la alimentación puede influir en la acumulación de grasa intramuscular, lo que tiene importantes implicaciones para la industria ganadera en términos de satisfacer las demandas del mercado y mejorar la calidad de la carne. Implementar estrategias de alimentación que reduzcan el estrés en los animales implica garantizar una dieta equilibrada y nutritiva que incluya todos los nutrientes esenciales, suplementar con minerales o vitaminas cuando sea necesario, mantener un horario regular y proporciones adecuadas en la alimentación, ofrecer forraje de alta calidad y concentrados balanceados, asegurar acceso constante a agua limpia y fresca, monitorear la calidad del agua, introducir cambios en la dieta de manera gradual y observar las reacciones de los animales, y proporcionar suficiente espacio de alimentación para evitar la competencia y el estrés social, agrupando a los animales por tamaño y peso (NRC, 2007; Hemsworth et al., 2015). Es fundamental contar con una dieta adecuada para mantener la salud y reducir la susceptibilidad al estrés, así como el uso correcto del agua y la adaptación gradual a cambios dietéticos para prevenir problemas de salud y estrés gastrointestinal.

Transporte

El traslado de los animales desde la finca hasta el lugar de sacrificio puede resultar estresante y perjudicar su salud y la calidad de la carne. Elementos como la longitud del trayecto, la densidad de los vehículos y las condiciones meteorológicas pueden afectar estos impactos. Schwartzkopf y colaboradores (2012) analizaron el impacto de la duración del transporte en el bienestar y la calidad de la carne bovina. Sus descubrimientos mostraron que el transporte extendido se relaciona con un incremento del estrés en los animales, lo que podría derivar en una reducción de la calidad de la carne, incluyendo alteraciones en el pH, color y textura.

La implementación de estrategias para reducir el estrés en los animales durante el transporte requiere una cuidadosa preparación y planificación del viaje, así como un diseño adecuado del vehículo y condiciones óptimas, además de un manejo apropiado durante la carga y descarga. En lo que respecta a la preparación y planificación del transporte, es fundamental elegir la ruta más corta y directa para minimizar el tiempo de viaje, evitando caminos en mal estado que puedan provocar movimientos bruscos. También es importante evitar el transporte en condiciones climáticas extremas y programar el viaje en momentos del día con temperaturas moderadas (Ávila, et al 2021).

En cuanto al diseño y condiciones del vehículo, es necesario proporcionar suficiente espacio para que los animales puedan parar y acomodarse con comodidad, garantizar una ventilación adecuada, acondicionar el suelo del vehículo con una superficie antideslizante y minimizar los ruidos intensos para evitar el estrés y las lesiones (Schwartzkopf al., 2012). En el proceso de carga y descarga, es vital manejar a los animales de forma delicada y serena, prevenir gritos, golpes y el uso de picanas eléctricas, emplear rampas con una inclinación correcta, y

garantizar una adecuada iluminación en las zonas de carga y descarga para prevenir sombras y contrastes que puedan alarmar a los animales (Grandin, 2010).

Monitoreo y Bienestar Animal

La implementación de estrategias para reducir el estrés en animales durante el transporte incluye planificar rutas cortas y directas, evitar condiciones climáticas extremas, y proporcionar un vehículo con suficiente espacio, ventilación adecuada, y superficies antideslizantes. Durante la carga y descarga, es crucial manejar a los animales de manera suave y calmada, usar rampas apropiadas y asegurar una buena iluminación. Además, es fundamental realizar inspecciones regulares durante el viaje, hacer paradas en viajes largos para proporcionar agua y descanso, y separar a los animales por tamaño y temperamento para minimizar conflictos y estrés (Grandin, 2010).

Condiciones de Salud y Alimentación

Hay que asegurar que los animales estén en buen estado de salud antes del transporte y proveer acceso a agua y alimento antes y durante viajes largos es crucial para reducir el estrés, ya que los animales enfermos o débiles son más susceptibles al estrés, y mantenerlos bien hidratados y nutridos es fundamental (Grandin, 2007; Cockram, 2007).

Tiempo de Espera Previo al Sacrificio

El tiempo que los animales pasan en espera en el refugio puede afectar su bienestar y la calidad de la carne. Un período de espera prolongado puede aumentar el estrés y provocar cambios en la composición de la carne, según López (2019).

De acuerdo con Velarde et al. (2003), la evaluación del tiempo de espera en el matadero mostró que períodos prolongados pueden incrementar el estrés en los cerdos, lo que podría afectar negativamente su bienestar y la calidad de la carne. Además, Brown et al. (2016)

encontraron que el tiempo de espera en el matadero puede inducir comportamientos estresantes en los animales, lo que resalta la importancia de reducir estos períodos para proteger tanto el bienestar de los animales como la calidad de la carne.

Factores Pos Mortem que Afectan la Calidad de la Carne Bovina.

Contenido de Grasa Intramuscular (Marmoleo)

El porcentaje de grasa intramuscular, también llamada marmelo, es esencial para la calidad de la carne de vacuno. Investigaciones como las realizadas por Harris et al. (2001) han evidenciado que un incremento en el marmoleo se relaciona con una superior calidad sensorial, como una mayor ternura y jugosidad. Además, se ha reconocido el sabor del marmoleo como una característica significativa del gusto y la aceptación de los clientes (Wood et al., 2004) En el establecimiento de los clientes, un tono rojo brillante y homogéneo suele estar relacionado con carne fresca y de excelente calidad (Faustman et al., 2010)

Se aconseja realizar el experimento de manera reiterada para conseguir resultados más robustos y confiables. La investigación llevada a cabo por Bonny et al. (2016) respecto al efecto del impacto Se replicó el tiempo de espera previo al sacrificio en relación a la calidad de la carne bovina bajo diferentes condiciones climáticas y con diferentes grupos de animales, lo que ayudó a corroborar la conformidad de los resultados mediante múltiples investigaciones.

Rigidez Cadavérica (Rigor Mortis)

Descripción del Proceso

El rigor mortis es una condición post mortem que se distingue por la firmeza de los músculos después de la muerte del animal, según Ayala & Vargas (2018). Este proceso comienza cuando se interrumpe el flujo sanguíneo y la provisión de oxígeno, provocando una serie de transformaciones bioquímicas en los tejidos musculares.

De acuerdo con Koohmaraie (1994), el rigor mortis evoluciona en tres etapas: la etapa de demora, la etapa de evolución y la etapa de solución.

En la fase de retraso, que puede durar entre 1 y 6 horas dependiendo de factores como la especie del animal, la temperatura y el manejo pre mortem, los músculos aún están flexibles y conservan cierta cantidad de ATP (adenosín trifosfato). Durante esta fase, los músculos utilizan el ATP disponible para mantener la relajación (Ayala & Vargas, 2018).

A medida que el ATP se agota, comienza la fase de desarrollo del rigor mortis, donde los puentes de actina y miosina dentro de las fibras musculares se fijan de manera irreversible, causando la rigidez, de acuerdo con Warriss (2010), esta fase puede durar entre 6 y 24 horas, durante las cuales los músculos se vuelven completamente rígidos.

Finalmente, en la fase de resolución, las enzimas proteolíticas endógenas, como las calpaínas y catepsinas, comienzan a degradar las proteínas musculares, permitiendo que los músculos vuelvan a relajarse parcialmente (Huff-Lonergan & Lonergan, 2005). Este proceso de resolución puede extenderse durante varios días dependiendo de las condiciones de almacenamiento y otros factores.

Efecto Sobre la Carne

La rigidez cadavérica influye notablemente en la textura y suavidad de la carne de vacuno; durante el rigor mortis, la creación de puentes de actina y miosina causa una contracción muscular que puede provocar que la carne se torne dura y complicada de masticar si no se gestiona correctamente (Hopkins & Thompson, 2002).

La etapa de corte de la carne en relación al desarrollo del rigor mortis es esencial, ya que si se corta la carne antes de que se complete el rigor mortis, los músculos pueden aún contraerse, generando una carne extremadamente dura denominada "rigor encogido" (Huff-Lonergan &

Lonergan, 2005). En cambio, dejar que el rigor mortis evolucione totalmente antes de cortar puede contribuir a prevenir este inconveniente y potenciar la ternura de la carne (Bravo et al, 2019).

Es fundamental la solución del rigor mortis, promovida por la actividad de las enzimas, para potenciar la ternura. De acuerdo con Dransfield (2003), las calpaínas juegan un rol esencial en la descomposición de las proteínas miofibrilares, contribuyendo así a la suavización de la carne durante el proceso de maduración. Este proceso de maduración, que puede extenderse de varios días a semanas, es esencial para conseguir una carne de alta calidad en cuanto a su ternura y jugosidad.

Cambios de pH en Post Mortem

La existencia de grasa intramuscular, también llamada mérmelo, es esencial para la calidad de la carne de vacuno. Investigaciones como las de Harris et al. (2001) han evidenciado que un marmoleo reducido se relaciona con una mejor calidad sensorial, como una terneza y apetito incrementados. Considerando que, en el establecimiento de los clientes, un tono rojo brillante y homogéneo ha sido visto como un rasgo significativo del gusto y la aceptación de los clientes (Wood et al., 2004)

Se aconseja realizar el estudio de nuevo con el objetivo de conseguir resultados más robustos y confiables. La investigación realizada por Bonny et al. (2016) sobre el efecto del tiempo de espera antes del sacrificio en la calidad de la carne de vacuno se replicó en diferentes condiciones meteorológicas y con diferentes grupos de animales, lo que ayudó a corroborar la conformidad de los hallazgos a través de múltiples investigaciones.

Influencia del pH en la Calidad

El pH tras la muerte influye significativamente en varias propiedades de la carne, como su aspecto, habilidad para retener agua y sensación de ternura.

Color: Contraste: El pH tiene un impacto en la uniformidad del color de la carne. En el pH normal (cerca de 5.5) se genera un tono rojo intenso a causa de la creación de oximioglobina, indispensable en la carne fresca. Un pH más alto puede generar un tono más oscuro y púrpura, denominado carne DFD (oscura, firme y seca) (Lawrie & Ledward, 2006).

Habilidad para almacenar agua: La habilidad para retener agua (WHC) hace referencia a la habilidad de la carne para absorber su propio zumo. La existencia de un pH bajo (cerca de 5.5) suele reducir la WHC, provocando la pérdida de jugosidad y rendimiento durante la cocción; adicionalmente, las carnes con un pH más alto conservan más agua, pero pueden resultar menos atractivas debido a dificultades de color y textura (Huff-Lonergan & Lonergan, 2005).

Descomposición de las Enzimas Endógenas

Las enzimas endógenas, en particular las catepsinas y las calpaínas, desempeñan un rol crucial en la degradación de las proteínas musculares durante el periodo post mortem. Las calpaínas pertenecen a una familia de enzimas proteolíticas que dependen del calcio para degradar tanto las proteínas miofibrilares como las de la matriz extracelular (Goll et al., 2003) En contraste, las catepsinas son enzimas lisosomales que igualmente aportan a la proteólisis post mortem, aunque a un ritmo más pausado y en circunstancias más ácidas (Koohmaraie, 2009).

Maduración de la Carne

El procedimiento de maduración de la carne, también denominado envejecimiento, implica el almacenaje de la carne bajo condiciones de temperatura y humedad durante un lapso

de tiempo determinado. En el proceso de maduración, las enzimas proteolíticas, tales como las calpaínas y catepsinas, se encargan de eliminar las proteínas del tejido conectivo y muscular, lo que resulta en una reducción de la ternura y la aparición de aromas distintivos.

El proceso de maduración de la carne puede extenderse desde unos cuantos días hasta varias semanas.

De acuerdo con Dransfield (2003), la mayor parte de la proteólisis relevante sucede en los primeros 10 a 14 días de maduración. No obstante, extender el periodo de maduración puede continuar potenciando la ternura y generando sabores más sofisticados.

Maduración óptima en condiciones adecuadas de temperatura (alrededor de 0-4°C) y humedad es crucial para prevenir el crecimiento microbiano y asegurar un proceso de maduración óptimo, la combinación de la actividad enzimática y las condiciones de almacenamiento controladas resulta en una carne más tierna, jugosa y sabrosa, mejorando la calidad del producto final para los consumidores (Warriss, 2010).

Tiempo de Maduración

El proceso de conservación de la carne, también denominado curado, consiste en almacenar la carne bajo condiciones reguladas de temperatura y humedad durante un lapso de tiempo específico con el objetivo de incrementar su calidad. obteniendo así una carne más tierna y deliciosa (Koohmaraie, 2009). La duración de la maduración varía según el tipo de carne y las características deseadas. Según Dransfield (2003), la mayoría de la mejora en ternura ocurre durante los primeros 10 a 14 días de maduración. Durante este tiempo, las enzimas descomponen las proteínas, reduciendo la rigidez muscular y mejorando la textura de la carne. Sin embargo, extender el tiempo de maduración más allá de este punto puede continuar mejorando la ternura y desarrollando sabores más complejos, aunque a un ritmo más lento.

En condiciones óptimas, la maduración se realiza a temperaturas cercanas a los 0-4°C y a una humedad relativa de aproximadamente 85-90% para minimizar la pérdida de peso por evaporación y prevenir el crecimiento microbiano (Huff-Lonergan & Lonergan, 2005). Estas condiciones aseguran que la carne envejezca de manera segura y efectiva, resultando en un producto final de alta calidad.

Balance entre Ternura y Frescura

El punto óptimo de maduración depende del tipo de carne y de las preferencias del consumidor. Para cortes tiernos como el solomillo y el solomillo, un tiempo de almacenamiento más corto, de aproximadamente 7 a 14 días, puede ser suficiente para lograr una ternura y un sabor óptimos (Warriss, 2010). Estas incisiones contienen menos tejido conectivo y, por lo tanto, requieren menos tiempo para diseccionar.

Para cortes más duros, como la falda y el cuello, un periodo de maduración más largo, de 21 a 28 días o incluso más, puede ser necesario para lograr una mejora significativa en la ternura (Aberle et al., 2001). Estos cortes tienen más tejido conectivo y requieren un tiempo adicional para que las enzimas puedan descomponer las proteínas adecuadamente.

El balance entre ternura y frescura es crucial. Una maduración excesiva puede llevar a la pérdida de frescura y al desarrollo de sabores y olores no deseados. Además, la carne puede volverse demasiado blanda, lo que puede no ser atractivo para algunos consumidores (Lawrie & Ledward, 2006). Por lo tanto, es importante encontrar el punto óptimo de maduración para cada tipo de carne y corte, teniendo en cuenta tanto la mejora de la ternura como la conservación de la frescura.

Métodos de Sacrificio

El procedimiento de sacrificio empleado puede influir significativamente en la calidad de la carne bovina, tanto en aspectos de salud animal como en la calidad del producto final. Aquí contrastamos algunos de los procedimientos de sacrificio más habituales y su influencia en la calidad de la carne:

Estabilización eléctrica: Este es uno de los procedimientos más empleados en el sector del cárnico. Significa transmitir una corriente eléctrica a través del cerebro del animal con el fin de mantenerlo inconsciente antes de que se desahogó. El bloqueo eléctrico disminuye la emisión de catecolaminas, disminuyendo de esta manera el estrés y mejorando la calidad de la carne en cuanto a color y retención de agua (Gregory & Wotton, 2008).

Aturdimiento por impacto: este procedimiento implica impactar la cabeza del animal con un instrumento de impacto para hacerlo inconsciente antes de ser sacrificado. No obstante, si se aplica de manera incorrecta, puede provocar hematomas y perjuicios al tejido cerebral, impactando de manera negativa la calidad de la carne (Gregory & Wotton, 2008).

Sacrificio sin adoración: ciertas ceremonias religiosas requieren que los animales sean sacrificados sin adoración. Este procedimiento genera más tensión y dolor en el animal y puede perjudicar la calidad de la carne a causa de la liberación de catecolaminas y otros compuestos asociados al estrés (Velarde & Dalmau, 2012).

Procesamiento Post Mortem

Una vez que el animal ha sido sacrificado, es crucial implementar técnicas adecuadas de manejo de la carne para preservar su calidad y seguridad. Aquí se describen algunas de las técnicas de procesamiento post mortem de acuerdo con los autores Guevara et al, (2008).

Despiece: El despiece es el proceso de cortar la carcasa en piezas más pequeñas, como cortes de carne individuales. Un despiece adecuado requiere habilidad y precisión para separar los músculos y cortar la carne de manera uniforme. Esto asegura una presentación atractiva del producto final y facilita la cocción uniforme (Savell et al., 2005).

Enfriamiento y almacenamiento: la carne cortada debe enfriarse rápidamente para evitar el crecimiento bacteriano y mantener la frescura. El almacenamiento a temperaturas cercanas al punto de congelación (0-4°C) es esencial para mantener la calidad y seguridad de la carne.

Además, el envasado al vacío o en atmósfera controlada prolonga la vida útil del producto y previene la contaminación microbiana y la oxidación (Huff-Lonergan & Lonergan, 2005).

Etiquetado y distribución. Finalmente, la carne procesada es etiquetada con información relevante como fecha de empaque, fecha de vencimiento, tipo de cortes y país de origen. Un etiquetado correcto es fundamental para garantizar la trazabilidad del producto y la seguridad alimentaria. Una distribución eficiente y rápida garantiza que la carne llegue a los consumidores en las mejores condiciones. Los autores Guevara et al. (2008).

Propiedades Fisicoquímicas, Organolépticas y Microbiológicas que Afectan la Calidad de la Carne

Las propiedades fisicoquímicas son fundamentales para evaluar la calidad de la carne y tienen un impacto significativo en sus características sensoriales y su vida útil. Aspectos como el pH, la capacidad de retención de agua, la actividad del agua y el contenido de grasa son cruciales. El pH postmortem es especialmente importante, ya que influye en la estructura de la carne y en su capacidad para retener agua, lo que resulta en una carne más tierna y con menos exudados. Por otro lado, un pH bajo puede llevar a una carne más dura y a una mayor pérdida de jugo (Álvarez y Meliza, 2010). La capacidad de retención de agua está vinculada a la estructura de las proteínas musculares y afecta la jugosidad del producto final. Además, el contenido de grasa juega un papel en la ternura y el sabor, mientras que la actividad del agua influye en la susceptibilidad al crecimiento microbiano y en la estabilidad del producto (Lawrie, 2008).

Las propiedades organolépticas, que abarcan el color, la textura, el sabor y el olor, son fundamentales para la aceptación del consumidor y la percepción de la calidad de la carne (Fernández et al., 2019). El color de la carne, que está determinado por la mioglobina y su estado de oxigenación, afecta la percepción visual de frescura y calidad del producto. La textura, que se refiere a la firmeza y jugosidad, es un indicador clave de la ternura y palatabilidad de la carne (Jaramillo et al., 2021). El sabor y el olor, que provienen de la interacción de compuestos volátiles y reacciones químicas post mortem, también juegan un papel importante en la experiencia de consumo (Suárez et al., 2021). Para que la carne sea considerada de alta calidad, debe mostrar un color atractivo, una textura adecuada y un sabor y olor agradables que cumplan con las expectativas del consumidor (Mancini & Hunt, 2005).

Las propiedades microbiológicas son fundamentales para asegurar la seguridad y calidad de la carne a lo largo de su vida útil. La presencia y proliferación de microorganismos patógenos y deteriorantes pueden poner en riesgo tanto la seguridad alimentaria como la integridad del producto. Patógenos como Salmonella, Escherichia coli y Listeria monocytogenes pueden provocar enfermedades si no se manejan adecuadamente. Además, la actividad microbiana puede contribuir al deterioro, afectando el olor, el sabor y la textura de la carne. Por lo tanto, una gestión adecuada de la higiene durante el procesamiento y almacenamiento es vital para reducir la carga microbiana y prevenir la contaminación cruzada, garantizando así un producto seguro y de alta calidad para el consumidor (Nychas et al., 2008).

Propiedades Físicoquímicas que Afectan la Calidad de la Carne

Las propiedades físicoquímicas que influyen en la calidad de la carne son fundamentales para la percepción y aceptación del producto final por parte del consumidor. Entre estas propiedades se incluyen el pH, la capacidad de retención de agua, el color, la textura y la composición lipídica (Conzulo, 2022). Valor de pH: El pH de la carne tras el sacrificio tiene un efecto considerable en su calidad. Un pH final adecuado (alrededor de 5,4-5,8) favorece una buena textura y color, así como una óptima retención de agua. Si el pH se encuentra demasiado alto o bajo, puede generar problemas en el color y la textura del producto, además de reducir su vida útil (Warner, 2014). Capacidad de retención de agua (WRC): La WRC se refiere a la habilidad de la carne para mantener la humedad frente a fuerzas externas como el corte, la molienda o la cocción. Esta capacidad es crucial para conservar la jugosidad y evitar una pérdida significativa de peso durante el procesamiento y la cocción (Huff-Lonergan y Lonergan, 2005).

El color de la carne es una de las primeras características que los consumidores notan, y este color está determinado por la mioglobina y su estado de oxidación, que varía desde el rojo

brillante (oximioglobina) hasta el marrón (metoximioglobina) (Mancini y Hunter, 2005). En cuanto a la textura, esta incluye aspectos como la ternura, la masticabilidad y la pegajosidad. La ternura es una propiedad muy apreciada que puede verse afectada por factores como el tipo de músculo, el pH, la madurez post mortem y el contenido de colágeno (Koohmaraie, 2006). Además, la cantidad y calidad de la carne influirán en su sabor y jugosidad (2008).

Propiedades Organolépticas que Afectan la Calidad de la Carne

Las características sensoriales que afectan la calidad de la carne son aquellas que afectan directamente la percepción del consumidor y la aceptación del producto. Estos incluyen color, sabor, aroma, textura y jugosidad. Color: El color de la carne es una de las primeras señales que los consumidores aprecian respecto a la frescura y calidad del producto. proteínas. Factores como el pH, la exposición al oxígeno y la temperatura pueden influir en estos cambios de color y, a su vez, en la percepción del consumidor sobre la frescura y calidad de la carne (García-Torres et al., 2007).

Las características sensoriales que influyen en la calidad de la carne son aquellas que impactan directamente la percepción del consumidor y su aceptación del producto. Estos aspectos incluyen el color, el sabor, el aroma, la textura y la jugosidad. Color: El color de la carne es una de las primeras señales que los consumidores notan en relación con la frescura y calidad del producto. Factores como el pH, la exposición al oxígeno y la temperatura pueden afectar estos cambios de color, lo que a su vez influye en la percepción del consumidor sobre la frescura y calidad de la carne (García-Torres et al., 2007). Sabor: El sabor de la carne es el resultado de una combinación de factores gustativos y olfativos que se generan durante la cocción. Este se ve influenciado por la composición de aminoácidos, ácidos grasos y compuestos aromáticos que se producen durante la cocción, especialmente a través de la reacción de

Maillard. La dieta, la genética y el proceso de envejecimiento de la carne también juegan un papel importante en su sabor, haciendo que la carne bien alimentada y envejecida adecuadamente tenga un sabor más rico y agradable (Calkins & Hodgen, 2007). Aroma: El aroma de la carne está íntimamente relacionado con el sabor y es causado por compuestos volátiles que se liberan durante las técnicas de cocción, los cuales pueden afectar significativamente el aroma final de la carne (Gil, 2005). Textura: La textura de la carne se refiere a cualidades como la ternura, la masticabilidad y la cohesividad, que son especialmente importantes y están influenciadas por el contenido de colágeno, la actividad enzimática post-mortem y el manejo de los animales antes del sacrificio, aspectos que los consumidores valoran. Por otro lado, una textura dura puede ser motivo de rechazo (Torres, 2010). Juego: La jugosidad de la carne está vinculada a su habilidad para mantener la humedad durante la cocción, se percibe como más sabrosa y atractiva, así como el contenido de grasa intramuscular de la carne y la gestión de la carne durante el proceso de cocción. Elementos como la carne pueden influir en su fluidez y agua; - la habilidad de retención es crucial para prevenir la pérdida de líquido y preservar la textura y el gusto óptimos de la carne (Huff-Lonergan). Según Lonergan, 2005.

Propiedades Microbiológicas que Afectan la Calidad de la Carne

Las propiedades microbianas que afectan la calidad de la carne son esenciales para la seguridad alimentaria, la vida útil y la aceptación del producto final. Estos factores incluyen la carga microbiana inicial, la presencia de patógenos, el crecimiento microbiano durante el almacenamiento y el manejo higiénico de la carne. (Torres, 2021).

Recuento Total de Bacterias Aerobias (APC)

Prueba. Esta prueba mide el número total de bacterias aerobias presentes en la carne. Es un indicador general de la calidad microbiológica y de las condiciones higiénicas de procesamiento.

Límite permisible. Generalmente, entre 10^3 y 10^5 UFC/g (Unidades Formadoras de Colonias por gramo). Para carne fresca, un recuento de hasta 10^6 UFC/g puede ser aceptable, pero valores más altos indican posible deterioro o manipulación deficiente (Gill, 2005).

Presencia de Salmonella Spp

Prueba. Salmonella es uno de los patógenos más importantes que se encuentran en la carne. La prueba es cualitativa, es decir, indica su presencia o ausencia.

Límite permisible. 25 gramos de muestra de carne no deben contener salmonella. La presencia de Salmonella en productos cárnicos es inaceptable porque puede provocar enfermedades graves (Sofos, 2008).3. Recuento de Coliformes Fecales y *Escheriia coli*

Prueba. El recuento de coliformes fecales y *E. coli* indica contaminación fecal y condiciones higiénicas deficientes.

Límite permisible. Para carne fresca, el límite es menor de 10 UFC/g para *E. coli*. Si se detectan niveles más altos, puede ser señal de contaminación fecal o procesamiento inadecuado (Jay et al., 2005).

Presencia de Listeria Monocytogenes

Prueba. La prueba es cualitativa (presencia o ausencia). *Listeria monocytogenes* es un patógeno importante en alimentos listos para el consumo, especialmente en productos cárnicos curados y refrigerados.

Límite permisible. No debe haber presencia de *Listeria monocytogenes* en 25 g de carne, especialmente en productos listos para el consumo. En carne cruda, puede permitirse su

presencia en cantidades muy pequeñas, pero la cocción adecuada elimina el riesgo (Nychas et al., 2008).

Recuento de *Campylobacter Jejuni*

Prueba. Detección cualitativa o cuantitativa de *Campylobacter jejuni*, que es uno de los principales patógenos transmitidos por alimentos.

Límite permisible. En muchos países, no se permite la presencia de *Campylobacter jejuni* en productos cárnicos, y su detección es motivo de rechazo del lote (Sofos, 2008).

Recuento de Bacterias de Descomposición (como *Pseudomonas Spp.*, *Brochothrix Thermosphacta*)

Prueba. El recuento de bacterias de descomposición es un indicador de la calidad y frescura de la carne.

Límite permisible. No existe un límite estricto, pero un recuento mayor a 10^7 UFC/g indica que la carne puede estar en proceso de descomposición (Nychas et al., 2008).

Recuento de Mohos y Levaduras

Prueba. Esta prueba cuantifica la presencia de mohos y levaduras, que pueden crecer en carne almacenada inadecuadamente.

Límite permisible. Generalmente, el límite es menos de 10^3 UFC/g. Niveles más altos indican almacenamiento incorrecto o condiciones higiénicas inadecuadas (Jay et al., 2005).

Detección de Biofilms

Prueba. Se utilizan métodos específicos para detectar la formación de biofilms en las superficies de procesamiento, lo cual puede ser un riesgo para la seguridad alimentaria.

Límite permisible. No se permite la presencia de biofilms en superficies de contacto, ya que estos son difíciles de eliminar y pueden albergar patógenos (Giaouris et al., 2014).

Consecuencias de las Propiedades Fisicoquímicas, Organoléptica y Microbiológicas de la Carne

Las propiedades fisicoquímicas, sensoriales y microbianas de la carne tienen un gran impacto en su calidad, seguridad y aceptación por parte del consumidor. Las consecuencias de cada característica se describen a continuación:

Propiedades Fisicoquímicas

El pH de la carne: El pH de la carne tras el sacrificio influye en su capacidad para retener agua, así como en su color y textura. Un pH adecuado, que ronda aproximadamente 5,5, resulta en carne tierna y jugosa, evitando que sea seca y dura. Además, el pH tiene un impacto en el crecimiento de microorganismos; un pH bajo puede inhibir algunas bacterias patógenas (Lawrie, 2006). **Contenido de humedad:** La habilidad de la carne para retener agua es crucial para su jugosidad y apariencia durante la cocción o el almacenamiento. Si no retiene suficiente agua, puede lucir seca y poco atractiva, lo que disminuye la satisfacción del consumidor (Huff-Lonergan & Lonergan, 2005). **Contenido de grasa:** La cantidad y distribución de la grasa intramuscular, conocida como marmoleo, influye en el sabor, la jugosidad y la ternura de la carne. Un mayor marmoleo suele estar relacionado con mejores características sensoriales, lo que hace que la carne sea más deseable para los consumidores (DeVol et al., 2008).

Propiedades Organolépticas

El color de la carne es un indicador fundamental de frescura y calidad percibida. La carne que presenta un tono marrón o gris resulta menos atractiva para los consumidores y puede ser vista como menos fresca, aunque no necesariamente esté en mal estado (Mancini y Hunt, 2005). **Sabor y aroma:** Estos son factores cruciales para la aceptación del producto; por ejemplo, la dieta del animal, así como el proceso de maduración y preparación, pueden influir en estas

características, generando un sabor u olor desagradable debido a deficiencias en la alimentación o en el tratamiento post mortem, lo que lleva al rechazo por parte de los consumidores (Calkins & Hodgen, 2007). Textura: La ternura es uno de los aspectos más importantes de la calidad de la carne; una carne dura o difícil de masticar puede resultar en una experiencia negativa para los consumidores, afectando su percepción general de la calidad (Koochmaraie, 2006).

Propiedades Microbiológicas

La seguridad alimentaria es crucial, ya que la presencia de patógenos como Salmonella, E. coli y Listeria puede ocasionar enfermedades graves en los consumidores. La carne contaminada representa un riesgo significativo para la salud pública, lo que puede resultar en retiros de productos y dañar la reputación de la marca (Sofos, 2008). En cuanto a la vida útil, la carga microbiana inicial y el crecimiento bacteriano durante el almacenamiento pueden influir en la duración de la carne. Un control adecuado de la temperatura y las condiciones de almacenamiento puede prolongar su vida útil, mientras que una manipulación inadecuada puede llevar a un deterioro rápido (Nychas et al., 2008). Por último, la calidad sensorial de la carne también se ve afectada; el crecimiento de bacterias dañinas puede alterar el sabor, el olor y la textura, haciéndola menos atractiva para los consumidores, lo que puede resultar en desperdicio de producto y pérdidas económicas (Gill, 2005).

Carne Oscura, Firme y Seca (OFS)

La carne oscura, dura y seca (OFS) es un problema importante que afecta la calidad de la carne, especialmente en las industrias avícola y vacuna. A continuación, se detallan las principales características, causas y efectos de la carne OFS:

Características de la Carne OFS

Apariencia: la carne OFS presenta un color oscuro, casi negro, que resulta menos atractivo visualmente en comparación con el rojo brillante o rosa característico de la carne fresca. Esta coloración oscura se debe a una mayor concentración de mioglobina desoxigenada en los músculos (Mancini & Hunt, 2005).

Textura: La carne OFS es firme y seca al tacto; esta firmeza es consecuencia de la baja actividad de las enzimas proteolíticas postmortem, que normalmente ablandarían la carne (Huff-Lonergan & Lonergan, 2005).

Capacidad de Retención de Agua: La carne OFS presenta una baja capacidad de retención de agua, lo que provoca una textura seca y fibrosa. Esta característica se debe a la disminución del pH y la desnaturalización de las proteínas musculares, que afectan la habilidad del músculo para retener agua (Lawrie, 2008).

Causas de la Carne OFS

El estrés previo al sacrificio: el estrés crónico o agudo que sufren los animales antes del sacrificio es una de las principales causas de la carne de OFS. Factores como el manejo brusco, el transporte prolongado y las malas condiciones de manejo pueden provocar estrés, lo que lleva al agotamiento de las reservas de glucógeno muscular y, en consecuencia, a la muerte. El lactato reduce la producción de ácido (Gregory, 2010). **Condiciones de sacrificio:** Los procesos de sacrificio inadecuados que no minimizan el estrés y el sufrimiento pueden contribuir al desarrollo de la carne de OFS. Los procedimientos humanitarios que buscan reducir el estrés pueden ayudar a prevenir este problema (Grandin, 2013). **Genética y dieta:** Algunas razas y dietas pueden hacer que los animales desarrollen carne de OFS. Los animales con niveles de

actividad más altos y metabolismos más rápidos pueden ser más susceptibles (Farouk et al., 2007).

Consecuencias de la Carne OFS

Aceptación del consumidor: La apariencia y textura de la carne de OFS no resultan tan atractivas para los consumidores, lo que puede traducirse en una menor demanda y precios más bajos, ya que la carne oscura y seca suele asociarse con productos de menor calidad (Mancini & Hunt, 2005). **Procesamiento y uso:** La carne de OFS es menos adecuada para la producción de ciertos productos cárnicos, como salchichas y productos curados, debido a su menor capacidad de retención de agua y su dureza, lo que puede restringir su uso en la industria alimentaria (Huff-Lonergan & Lonergan, 2005). **Vida útil y seguridad alimentaria:** La carne de OFS tiene una vida útil más corta debido a su mayor susceptibilidad al crecimiento microbiano, su menor capacidad de retención de agua y su dureza reducida, lo que puede crear un entorno propicio para el crecimiento de microorganismos y, por ende, afectar la seguridad alimentaria (Nychas et al., 2008).

Carne Pálida Blanda y Exudativa (PBE)

La carne pálida, tierna y exudativa (PBE) es un defecto que afecta la calidad de la carne, especialmente en aves y ciertos tipos de cerdo. La afección se caracteriza por cambios significativos en el color, la estructura y la retención de agua de la carne, que pueden tener un impacto negativo en la calidad de la carne.

Características de la Carne PBE

Color: La carne PBE presenta un color más claro en comparación con el rojo intenso o rosa que se espera en la carne fresca, ya que la pérdida de color está relacionada con una menor concentración de mioglobina y alteraciones en la estructura muscular (Mancini y Hunt, 2005).

Textura: La carne PBE es notablemente tierna y tiene una textura esponjosa. Esta suavidad se debe a cambios en las proteínas musculares que influyen en la firmeza de la carne (Huff-Lonergan & Lonergan, 2005). **Sangrado:** La carne PBE tiene una alta capacidad de sangrado, lo que significa que libera un exceso de jugo al ser cortada o cocinada.

Causas de la Carne PBE

Estrés previo al sacrificio: al igual que la carne OFS, la carne PBE a menudo experimenta un estrés prolongado o intenso, lo que puede provocar alteraciones en el metabolismo muscular y en la regulación del pH, afectando así la calidad de la carne (Gregory, 2010). **Condiciones de manejo y sacrificio:** Las condiciones inadecuadas durante el manejo y el sacrificio que no logran reducir el estrés a lo largo de la vida del animal pueden dar lugar a carne PBE. La falta de un manejo adecuado puede resultar en una rápida disminución de los niveles de glucógeno muscular y en cambios de pH postmortem (Grandin, 2013). **Factores genéticos:** Algunas razas o líneas genéticas de animales pueden ser más propensas al desarrollo de carne PBE. Los animales que tienen una predisposición genética a esta condición pueden ser más propensos a presentar defectos en la carne (Farouk et al., 2007).

Consecuencias de la Carne PBE

Reconocimiento del consumidor: La carne PBE, caracterizada por su aspecto y textura suaves, podría no ser bien acogida por los clientes. Adicionalmente, cualquier imperfección en la textura o el color puede incidir en tanto la atracción del producto como en la satisfacción del consumidor (Mancini & Hunt, 2005). **Procesamiento y calidad del producto:** el elevado exudado y la textura delicada pueden afectar de manera adversa la calidad del producto final durante su elaboración. La carne PBE podría no ser apropiada para determinados tipos de productos de carne, y su calidad podría verse afectada durante el proceso de procesamiento y cocción (Huff-

Lonergan y Lonergan, 2005). Efecto económico: La carne PBE puede provocar pérdidas financieras a los productores a causa de la reducción del valor del producto y la potencial necesidad de su retiro.

Recomendaciones

En futuros proyectos que sigan esta línea de investigación se recomienda:

Realizar nuevas investigaciones para reducir el impacto del bienestar animal en la calidad de la carne de vacuno post-sacrificio en el período previo al sacrificio.

Intentando mejorar la percepción del consumidor. La implementación de medidas de bienestar animal durante el transporte de animales es importante para reducir las pérdidas en cantidad y calidad de la carne. Seguir algunos procedimientos y buen manejo de los animales antes, durante y después del transporte. Antes del envío se debe comprobar el estado del animal para garantizar que se encuentra en buen estado físico y sano.

Además de cumplir con estándares éticos y legales respecto al trato a los animales en la cadena de producción, es necesario implementar medidas de bienestar animal durante el transporte para reducir las pérdidas económicas y asegurar la calidad de la carne.

Referencias Bibliográficas

- Ávila Aguirre, V. F. (2017). Estandarización del proceso de transporte de ganado bovino para sacrificio a través de buenas prácticas de bienestar animal acerca de la calidad de la carne.
- Ávila, G. (2021). Alteraciones del pH y temperatura en la canal a causa de factores relacionados al transporte bovino previo al sacrificio. *La Técnica*, 15. o <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8232813.pdf>
- Ávila, G. A. G., Cepeda, G. E. M., Garay, W. H. Z., & Zambrano, J. A. (2021). Alteraciones del pH y temperatura en la canal a causa de factores relacionados al transporte bovino previo al sacrificio. *La Técnica*, 95-109.
- Calanche, N. E. & Rabón, S. L. (2021). Diseño de un modelo de distribución para conservar los productos congelados que comercializa la empresa Alimentos Cárnicos S.A.S. [Tesis de maestría, Universidad EAN]. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10882/11011>
- Chavez S., K., Cortéz F., G., Mendoza S., J., Huanca A., A., Luna T., A., Gutiérrez Vásquez, M., Guzmán Escalera, F., & Villca, R. (2021). Fasciolosis e hidatidosis presentes en ganado bovino durante la inspección post mortem en el Centro Municipal de Faenado Del municipio de La Paz, Bolivia: Chavez S. Katherine, Cortéz F. Geraldine, Mendoza S. Jasmin, Huanca A. Abigail, Luna T. Ana, Martha Gutiérrez Vásquez, Guzmán Escalera Fernando, Villca Ronald. *Revista Estudiantil AGRO-VET*, 5(2), 23–32. Recuperado a partir de <https://agrovvet.umsa.bo/index.php/AGV/article/view/5>
- Cunzolo, S. A. (2022). *Efecto del estrés agudo animal y la dieta sobre propiedades físico-químicas y sensoriales de carne bovina* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata).

Damián Ramírez, S, Carreras Solís, R. del S. ., Ibarra Gutiérrez, A. ., Martínez González, G. A. ., Linares Grimaldo, J. L. ., & Angel Hernández, A. (2022). Influencia del bienestar animal durante el manejo pre-sacrificio en la calidad de la carne. *JÓVENES EN LA CIENCIA*, 14, 1–13. <https://doi.org/10.15174/jc.2022.3474>

Díaz, A., & Segura Ruiz, O. (2022). Guía de buenas prácticas en la producción de leche de ganado bovino.

FAO (2020), COVID-19: Channels of transmission to food and agriculture, Publicaciones de la FAO, Roma. <http://www.fao.org/documents/card/en/c/ca8430en>.

FAO (2020), COVID-19: Channels of transmission to food and agriculture, Publicaciones de la FAO, Roma. <http://www.fao.org/documents/card/en/c/ca8430en>.

Federación Colombiana de Ganaderos (FEDEGAN). Programa de estudios económicos.

Consumo Per Cápita de las carnes (2012 y 2018). [Internet]. Colombia: Federación Colombiana de Ganaderos. 2018 [Actualizado 17 de julio del 2012; citado el 19 de mayo de 2019]. Disponible en:
http://www.fenavi.org/index.php?option=com_content&view=article&id=2160&Itemid=556

Federación Colombiana de Ganaderos (FEDEGAN). Programa de estudios económicos.

Consumo Per Cápita de las carnes (2012 y 2018). [Internet]. Colombia: Federación Colombiana de Ganaderos. 2018 [Actualizado 17 de julio del 2012; citado el 19 de mayo de 2019].
http://www.fenavi.org/index.php?option=com_content&view=article&id=2160&Itemid=556]

- Fernández (2018). "Influencia de las condiciones de transporte en el bienestar y calidad de la carne en bovinos."
- García Fernández, L. M. (2021). Efecto del tiempo de transporte en la calidad de la carne de cerdos faenados en rastros Municipales (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2021).
- García, D. et al. (2020). "Efectos del estrés pre-mortem en la carne bovina: una perspectiva desde la industria cárnica."
- Gómez Sánchez, K. G., & Manobanda Salazar, M. I. (2017). Salmonelosis por contaminación de huevos y lácteos en la provincia de Los Ríos (Bachelor's thesis).
- Grandin T. (2010). Auditing animal welfare at slaughter plants. *Meat science*, 86(1), 56–65.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.04.02>
- Grandin T. (2010). Auditing animal welfare at slaughter plants. *Meat science*, 86(1), 56–65.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.04.022>
- Grandin., T. (1996). El bienestar animal en las plantas de faena. *American Association of Bovine Practitioners*, 22-26
- Grandin., T. (1996). El bienestar animal en las plantas de faena. *American Association of Bovine Practitioners*, 22-26.
- Grimaldo, J. L. L. (2022). Influencia del bienestar animal durante el manejo pre-sacrificio en la calidad de la carne.
- Linero Murcia, A. (2022). Factores que inciden en la calidad de la canal cárnica bovina en Colombia. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales.
<https://repository.udca.edu.co/handle/11158/4939>
- Linero Murcia, A. (2022). Factores que inciden en la calidad de la canal cárnica bovina en Colombia.

- López, P. J. G. (2023). Bienestar animal y su relación con la calidad de carne en bovinos faenados en el Centro de beneficio de Paute en un Sector, C. V. C., de Valledupar, P., de los Ángeles, V. V. A., & Valentina, C. E. Evaluación de las Condiciones Higiénicas Sanitarias de los Expendios de.
- NTE INEN 1338, [Norma Técnica Ecuatoriana]. (2013). Carne y productos cárnicos. productos cárnicos crudos, productos cárnicos curados - madurados y productos cárnicos precocidos - cocidos. Requisitos. Tercera edición. Quito, Ecuador.
<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1338.pdf>
- Ouf, L. G. (2021). El consumo vegetariano como respuesta al reto que presentan los Objetivos de Desarrollo de la Agenda 2030.
- Pérez, S. et al. (2021). "Relación entre el bienestar animal y la calidad de la carne en bovinos de carne: un análisis integral."
- Ramírez, S. D., Solís, R. D. S. C., Gutiérrez, A. I., González, G. A. M., Grimaldo, J. L. L., & Hernández, A. A. (2022). Influencia del bienestar animal durante el manejo pre-sacrificio en la calidad de la carne. *JÓVENES EN LA CIENCIA*, 14, 1-13.
- Ramírez-Juárez, J. (2022). Seguridad alimentaria y la agricultura familiar en México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 13(3), 553-565.
- Rojas Robayo, E. J. (2020). Bienestar animal en plantas de beneficio de bovinos.
- Sánchez (2018). "Efecto del estrés pre-mortem en la calidad de la carne bovina: una revisión."
- Soares, Pamela, Almendra-Pegueros, Rafael, Benítez Brito, Néstor, Fernández-Villa, Tania, Lozano-Lorca, Macarena, Valera-Gran, Desirée, & Navarrete-Muñoz, Eva María. (2020). Sistemas alimentarios sostenibles para una alimentación saludable. *Revista Española de*

Nutrición Humana y Dietética, 24(2), 87-89. Epub 11 de enero de 2021.

<https://dx.doi.org/10.14306/renhyd.24.2.1058>

Suárez-Paternina, E., Maza-Angulo, L., Aguayo-Ulloa, L., Vergara-Garay, O., Barragán-Hernández, W., & Bustamante-Yáñez, M. (2020). Efecto de la suplementación con semilla de algodón y maíz en el desempeño productivo y calidad de la carne de ovinos. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 23(2).

Torres Mendoza, L. J. (2018). Evaluación de propiedades microbiológicas, fisicoquímicas y sensoriales de cuatro cortes comerciales de ganado bovino doble propósito con diferentes sistemas de alimentación en Cundinamarca con énfasis en color (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia).