



UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



**ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA, PESCA Y
VETERINARIA
CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del examen de carácter Complexivo,
presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como
requisito previo para obtener el título de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

TEMA:

“Influencia del pH y temperatura en el músculo de la carne vacuno y
porcino, durante el proceso de faenamiento”

AUTOR:

Junior Steven Rocafuerte Arias

TUTOR:

Ing. Enrique Salazar Llorente PhD.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2024

RESUMEN

El consumo mundial de carne revela una clara preferencia por las carnes de porcino (36%) y de vacuno (23%), lo que pone de manifiesto patrones alimentarios globales. La calidad de la carne depende en gran medida de factores genéticos como la raza, que determinará la ternera, jugosidad y sabor los cruces genéticos puede condicionar la textura y la composición de la carne derivada, afectando la producción de ácido láctico y el pH final. Antes del sacrificio, la insensibilización de los animales, ya sea mediante sistemas eléctricos o por aire comprimido, persigue minimizar el estrés animal y asegurar un trato humanitario. Estas prácticas procuran mantener unos elevados estándares en la industria cárnica, donde el manejo correcto desde el principio hasta la fase de maduración y refrigeración es primordial para evitar problemáticas como la carne PSE y DFD, para asegurar una carne de calidad. En la carne de vacuno, un pH alto (pH < 5,8) confiere un endurecimiento a la carne, mientras que un pH de 5,5 mejora la ternera. En cambio, en la carne de porcino un pH bajo (< 5,5) puede facilitar la aparición de las carnes PSE; pero si el pH es medio (5,5-5,6), mejora la ternera y el sabor. Por otro lado, el control de la temperatura a unos valores muy bajos (0-4°C) estimula la maduración de la carne, conserva el sabor y evita la desnaturalización de todas las proteínas. Es esencial el control de estos parámetros para asegurar la calidad final de la carne, preservando la frescura, la textura y el sabor deseables para los consumidores.

Palabras claves: Factores genéticos, pH, Carne, PSE, DFD.

SUMMARY

World meat consumption reveals a clear preference for pork (36%) and beef (23%), which reveals global dietary patterns. Meat quality depends largely on genetic factors such as breed, which will determine tenderness, juiciness and flavor. Genetic crossbreeding can condition the texture and composition of the meat derived, affecting lactic acid production and final pH. Before slaughter, the desensitization of animals, either by means of electrical or compressed air systems, aims to minimize animal stress and ensure humane treatment. These practices seek to maintain high standards in the meat industry, where correct handling from the beginning to the maturation and refrigeration phase is essential to avoid problems such as PSE and DFD meat, and to ensure quality meat. In beef, a high pH ($\text{pH} < 5.8$) makes the meat tougher, while a pH of 5.5 improves tenderness. On the other hand, in pork, a low pH (< 5.5) can facilitate the appearance of PSE meats; but if the pH is medium (5.5-5.6), it improves tenderness and flavor. On the other hand, temperature control at very low values ($0-4^{\circ}\text{C}$) stimulates meat maturation, preserves flavor and prevents denaturation of all proteins. Control of these parameters is essential to ensure the final quality of the meat, preserving the freshness, texture and flavor desirable to consumers.

Key words: *Genetic factors, pH, Meat, PSE, DFD.*

INDICE DE CONTENIDO

| | |
|---|----------|
| RESUMEN | II |
| SUMMARY | III |
| INDICE DE CONTENIDO | IV |
| INDICE DE TABLAS | VI |
| 1. CONTEXTUALIZACION | 1 |
| 1.1. Introducción | 1 |
| 1.2. Problema de la investigación..... | 2 |
| 1.3. Justificación de la investigación | 4 |
| 1.4. Objetivo de la investigación | 5 |
| 1.4.1. <i>Objetivo general</i> | 5 |
| 1.4.2. <i>Objetivos específicos</i> | 5 |
| 1.5. Línea de investigación | 5 |
| 2. DESARROLLO | 6 |
| 2.1. Marco conceptual | 6 |
| 2.1.1. <i>Consumo mundial de carne</i> | 6 |
| 2.1.2. <i>Consumo nacional de carne</i> | 6 |
| 2.1.3. <i>Construcción y funcionamiento de los mataderos</i> | 7 |
| 2.1.4. <i>Certificaciones, registros, licencias para el funcionamiento de un camal</i> | 7 |
| 2.1.5. <i>Condiciones higiénico – sanitarias de un camal</i> | 7 |
| 2.1.6. <i>Requisitos que debe cumplir la infraestructura de un camal</i> | 7 |
| 2.1.7. <i>Faenamamiento o sacrificio de un animal</i> | 8 |

| | | |
|-----------|---|----|
| 2.1.8. | <i>Influencia del pH en la calidad de la carne</i> | 8 |
| 2.1.9. | <i>Influencia de la temperatura en la calidad de la carne</i> | 9 |
| 2.1.10. | <i>Composición de la carne de porcino</i> | 10 |
| 2.1.11. | <i>Composición de la carne de vacuno</i> | 11 |
| 2.1.12. | <i>ATP (Adenosín Trifosfato)</i> | 12 |
| 2.1.13. | <i>Glucógeno</i> | 13 |
| 2.1.14. | <i>Rigor mortis</i> | 13 |
| 2.1.15. | <i>Reacciones metabólicas después del sacrificio del animal</i> | 14 |
| 2.1.16. | <i>Técnicas de aturdimiento eléctrico y por aire comprimido en el proceso de sacrificio del animal vacuno y porcino</i> | 15 |
| 2.1.16.1. | <i>Aturdimiento Eléctrico</i> | 15 |
| 2.1.16.2. | <i>Aturdimiento por Aire Comprimido</i> | 16 |
| 2.1.17. | <i>Factores óptimos para el correcto proceso de faenamiento del vacuno y porcino</i> | 16 |
| 2.2. | Marco metodológico..... | 17 |
| 2.3. | Resultados..... | 18 |
| 2.4. | Discusión de resultados | 20 |
| 3. | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 22 |
| 3.1. | Conclusiones | 22 |
| 3.2. | Recomendaciones | 23 |
| 4. | REFERENCIAS Y ANEXOS..... | 24 |
| 4.1. | Referencias bibliográficas | 24 |
| 4.2. | Anexos | 30 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Macroelementos. | 11 |
| Tabla 2: Microelementos..... | 11 |
| Tabla 3: Macroelementos y microelementos..... | 12 |
| Tabla 4: Métodos de aturdimientos..... | 18 |
| Tabla 5: Factores óptimos de faenamiento. | 19 |
| Tabla 6: Impacto del pH y temperatura en la ternera y el flavor de la carne. | 20 |

1. CONTEXTUALIZACION

1.1. Introducción

En el Ecuador, la producción anual de carne alcanza las 181.488 toneladas. El consumo promedio per cápita de carne en el país es de 54 kilogramos al año, distribuidos entre diferentes variedades. La mayor proporción, con 32 kilogramos, corresponde al consumo de carne de pollo. Por otra parte, le sigue el consumo de carne de porcino, con 12 kilogramos anuales por persona. El restante consumo de 10 kilogramos se reparte entre la carne de res y pescado. Estas cifras reflejan los hábitos y patrones de consumo de proteína de origen animal en la población ecuatoriana (Cabrera *et al.*, 2023).

Las prácticas y condiciones antes del sacrificio, conocidas como manejos ante mortem, pueden ser altamente estresantes para los animales. Factores como el ayuno prolongado, las operaciones de carga/descarga, los tiempos de transporte, las condiciones ambientales desfavorables, el manejo inadecuado del personal y los métodos de aturdimiento inapropiados desencadenan respuestas fisiológicas adversas. Estas situaciones estresantes se traducen en una disminución del rendimiento y una merma en la calidad final de la carne obtenida (Hernández & Jessuly, 2020).

El contenido de glucógeno en los músculos de porcinos y de vacuno resulta ser uno de los factores fundamentales para la calidad de la carne, lo habitual es de 10 a 20 mg de glucógeno/gr de músculo, estos niveles garantizan una producción post mortem de ácido láctico suficiente para reducir el pH de la carne hasta un pH óptimo de 5,5 a 5,6 obteniendo un mejor color, textura y retención del agua, estos niveles se pueden mantener con una correcta nutrición y el manejo del estrés del animal, esto permitirá evitar problemas como las carnes PSE en porcinos y DFD en vacunos por lo cual se asegura una buena calidad de la carne (Condori, 2019).

En este contexto el pH representa una medición que indica el grado de acidez o alcalinidad, determinado por la concentración de iones de hidrógeno presentes en una solución

específica. Esta escala numérica abarca un rango de 0 a 14, el pH de la carne en todo este proceso es muy importante, porque de ello depende el color, jugosidad, textura e incluso el olor que tendrá y, por tanto, influirá en la venta del producto final (Carrillo, 2023). Un pH inferior a 5.4 puede resultar en carne PSE (pálida, suave y exudativa), mientras que un pH superior a 5.6 puede llevar a carne DFD (oscura, dura y seca) (Jerez *et al.*, 2020).

La temperatura tiene un impacto significativo en la calidad de la carne durante el proceso de faenamiento. Temperaturas elevadas aceleran la proliferación de bacterias y favorecen la descomposición de la carne. Por otro lado, temperaturas demasiado bajas pueden afectar negativamente la ternura y jugosidad de la carne. Es crucial mantener la cadena de frío adecuada para preservar las características organolépticas y la inocuidad de la carne (Dimakopoulou *et al.*, 2022).

Por consiguiente, el objetivo de esta investigación explorativa es describir como la influencia del pH y temperatura juegan un papel importante, durante el proceso de faenamiento sobre las características físico – química y organoléptica del músculo de carne de vacuno y porcino.

1.2. Problema de la investigación

El consumo de carne vacuna en Ecuador es bajo (alrededor de 10 kg por persona al año) en comparación con otros países productores de carne. También hay una demanda relativamente baja de carne de vacuno de alta calidad, probablemente debido a la falta de información y educación sobre la calidad de la carne de vacuno y a los niveles muy bajos de importaciones de carne (como resultado de las estrictas políticas de protección de las importaciones) que no permiten a los consumidores de carne de vacuno tener acceso a la carne de vacuno procedente de países productores de alta calidad (Castillo & Carpio, 2019).

Los factores genéticos son muy importantes para la calidad de la carne condicionando aspectos tales como la ternura, la jugosidad, el sabor y el color. Dentro de estos factores, una

de las variables más importantes es la raza del animal, porque cada raza tiene una dirección genética que distingue la acumulación de grasa intramuscular y que, por tanto, influye en la terneza y el sabor. Por otro lado, las líneas genéticas y cruces seleccionados de diferentes razas influyen directamente en la textura y la composición de la carne ya que pueden afectar la respuesta al manejo del estrés y la acumulación del glucógeno influyendo en la producción de ácido láctico y el pH final de la carne (Terada *et al.*, 2024).

Además, desde tiempos remotos la carne de porcino ha estado presente en la historia de la alimentación humana, sin embargo, el consumo de la misma en Ecuador no es proporcional con los niveles internacionales y tampoco expresa el potencial productivo del país. Son varias las causas que influyen en esta situación, mitos y creencias que se basan en el riesgo que tiene sobre la salud, creando una imagen mala de la carne de porcino y un deshbito en el consumo de la población (Reinoso, 2020).

La calidad de la carne es un aspecto crucial tanto para los consumidores como para la industria cárnica. Existen diversos factores que pueden incidir negativamente en las características deseables de la carne, comprometiendo su calidad. Desde las prácticas de manejo y alimentación de los animales hasta las condiciones de sacrificio y procesamiento, cada etapa puede tener un impacto, la contaminación microbiana, el estrés previo al sacrificio y los procesos inadecuados de refrigeración o maduración resultan en una carne de baja calidad, afectando su sabor, terneza, color y vida útil (Gómez *et al.*, 2022).

La influencia del pH y la temperatura en la calidad de la carne durante el proceso de faenamiento representa una problemática crucial para la industria cárnica, dado que ambos factores influyen directamente en la preservación de la frescura, textura y sabor del producto final. Un control deficiente del pH puede provocar una desnaturalización excesiva de las proteínas musculares, dando como resultado una carne dura e inaceptable para los consumidores.

El pH juega un papel importante en la capacidad de retención de agua, porque un pH cercano al punto isoeléctrico de las proteínas del músculo (5,5-5,6) proporciona una mayor capacidad de retención de agua de la carne y, por lo tanto, una mayor jugosidad y ternura, mientras un pH menor disminuye la capacidad de retención de agua (Lee *et al.*, 2023).

Tras el sacrificio, la CRA es alta, ya que el pH de la carne está en torno a 7 y no se ha formado el complejo actomiosina, conforme se desarrolla el rigor mortis, el glucógeno se transforma en ácido láctico por vía de la glicólisis anaerobia, de forma que el pH se va reduciendo hacia el punto isoeléctrico de las proteínas de la carne, al tiempo que la CRA se va reduciendo en la carne, y así cesa el aporte de ATP y se forma el complejo actomiosina que disminuye el espacio libre en la carne, mientras que con el paso del tiempo y la degradación de las proteínas miofibrilares, el pH aumenta y con ello mejora la CRA (León *et al.*, 2018).

Por otro lado, fluctuaciones bruscas de temperatura, especialmente antes del rigor mortis, pueden inducir el fenómeno conocido como "acortamiento por frío", provocando la reducción del sarcómero de las fibras musculares y una textura desfavorable. Adicionalmente, el nivel de glucógeno y la disponibilidad de ATP en el músculo antes del sacrificio determinan la producción de ácido láctico durante el rigor mortis y, por consiguiente, el pH final de la carne. Asimismo, un pH bajo puede resultar en carnes PSE (pálidas, suaves y exudativas), mientras que un pH alto puede generar carnes DFD (oscuras, duras y secas), ambas con características organolépticas y fisicoquímicas no deseadas por el consumidor.

1.3. Justificación de la investigación

Según (La FAO, 2021), "Prevé que el crecimiento del consumo mundial de proteínas cárnicas durante esta década aumentará 14% hacia 2030, en comparación con el promedio del periodo base de 2018-2020, impulsado en gran medida por el aumento de los ingresos y el crecimiento demográfico".

El estrés ante morten afecta el pH y la calidad de la carne, este parámetro es fundamental para desarrollar prácticas de manejo más efectivas que promuevan tanto el bienestar animal como la calidad de los productos cárnicos, además de eso también como la temperatura influye en toda la cadena de faenamiento del animal hasta llegar al consumidor final (Loredo *et al.*, 2021).

1.4. Objetivo de la investigación

1.4.1. Objetivo general

Describir la influencia del pH y temperatura, durante el proceso de faenamiento sobre las características Físico – Química y organoléptica del músculo de carne vacuno y porcino.

1.4.2. Objetivos específicos

- Contrastar las técnicas de aturdimiento eléctrico y por aire comprimido en el proceso de sacrificio del animal vacuno y porcino.
- Identificar los niveles óptimos del pH y temperatura en el proceso de faenamiento, además los factores óptimos para el correcto proceso de faenamiento.
- Comparar el impacto del pH y temperatura en la ternura y el sabor sobre el músculo de carne vacuno y porcino.

1.5. Línea de investigación

Dominio: Universidad Técnica de Babahoyo, Recursos Agropecuarios, Ambiente, Biodiversidad y Biotecnología.

Líneas: Facultad de Ciencias Agropecuarias (FACIAG), Desarrollo Agropecuario, Agroindustrial Sostenible y Sustentable.

Sublínea: Procesos Agroindustriales.

2. DESARROLLO

2.1. Marco conceptual

2.1.1. Consumo mundial de carne

A nivel global, factores como el aumento de la población mundial, los cambios en los hábitos alimenticios y los estilos de vida han provocado un incremento en el consumo de proteína de origen animal. Se prevé que la demanda mundial de productos cárnicos continuará creciendo a un ritmo anual del 1.3% entre los años 2007 y 2050. Esta tasa de crecimiento es superior a la estimada para la producción agropecuaria en general durante el mismo período, que se calcula en un 1.1% anual (Lunavictoria & Rodríguez, 2021).

El consumo mundial de carne se distribuye de la siguiente manera: porcino (36%), vacuno (23%), ovino (5%) y aves (35%). Estas cifras reflejan los hábitos y preferencias alimentarios a nivel mundial. La carne de porcino es especialmente popular en Asia y China. Existe un incremento del consumo de la carne bovina en América del Norte, Sudamérica y en Europa. Por otro lado, la carne de aves, especialmente la de pollo, ha incrementado de forma más que considerable su consumo, gracias al precio relativamente económico que posee esta carne, y es ampliamente consumida en países como China, Estados Unidos y Brasil. Por último, la carne de ovino es poco consumida incluso en regiones como el Medio Oriente, el Norte de África, Australia o Nueva Zelanda (Rodríguez *et al.*, 2019).

2.1.2. Consumo nacional de carne

El consumo de carnes en Ecuador dispone de una capacidad productiva de 173,2 mil TM de carne de porcino, lo que se traduce en un consumo de 10,90 kg por habitante. Hay que mencionar que por lo que respecta a la carne de vacuno, se detecta una producción de 200 mil TM y un consumo por habitante de 10 kg lo que da valores de consumo de carne de 54,09 kg por persona al cabo de un año (Chamba, 2020).

En Ecuador, la carne de pollo es la proteína más consumida, seguida de la carne de porcino. La producción de carne de pollo registró un leve incremento del 3,14%, al pasar de 255 millones de pollos en 2021 a 263 millones. Mientras que el consumo de carne de pollo, por persona, se ubica en 28 kilogramos. En el caso de la carne de porcino, el consumo por persona es de 12 kilogramos superando por lo tanto al creado por la carne de vacuno que está alrededor de los 8,5 kilos por persona (Moreta, 2023).

2.1.3. Construcción y funcionamiento de los mataderos

- Ley de Mataderos N° 502 – C (Tobar, 2011).

2.1.4. Certificaciones, registros, licencias para el funcionamiento de un camal

- Certificación Sanitaria de Origen y Movilización.
- Licencia Ambiental.
- Registro de Actividades Pecuarias.
- Permisos y Certificaciones Laborales (Tapia, 2021).

2.1.5. Condiciones higiénico – sanitarias de un camal

- Higiene personal y de los trabajadores.
- Limpieza de instalaciones y equipos.
- Manejo de desechos.
- Control de plagas.
- Temperatura y almacenamiento.
- Salud de los animales (Cellan & Suconota, 2019).

2.1.6. Requisitos que debe cumplir la infraestructura de un camal

- Ubicación y Accesibilidad.
- Servicios Básicos.
- Control de Acceso.

- Áreas Específicas (Faenamiento, oreo, maduración).
- Higiene y Separación de Áreas.
- Equipamiento (Rieles, tecles, sistema de agua, utensilios, equipos especializados).
- Áreas de apoyo (Laboratorio, bodegas, tratamiento de aguas servidas, Instalación para la disposición segura de desechos biológicos).
- Condiciones de Bienestar Animal.
- Debe contar con un revestimiento de material impermeable fácil de lavar y desinfectar, en paredes y más.
- Usar materiales duros en el área perimetral de los porcinos y vacunos.
- Debe contar con sistema hermético para impedir la entrada de plagas.
- Normativas Locales e Internacionales (Pinta, 2022).

2.1.7. Faenamiento o sacrificio de un animal

Es el proceso mediante el cual se da muerte a un animal de granja (vacuno, porcino, ovino, etc.) con el propósito de obtener su carne para consumo humano (Mariño & Tivan, 2022). Después del sacrificio del animal ocurre el rigor mortis o rigor mortem es el proceso que ocurre después del sacrificio de un animal, en el cual se produce un endurecimiento muscular temporal debido a cambios bioquímicos en las fibras musculares (Montoya *et al.*, 2020).

2.1.8. Influencia del pH en la calidad de la carne

En este contexto el pH representa una medición que indica el grado de acidez o alcalinidad, determinado por la concentración de iones de hidrógeno presentes en una solución específica. Esta escala numérica abarca un rango de 0 a 14, el pH de la carne en todo este proceso es muy importante, porque de ello depende el color, jugosidad, textura e incluso el olor que tendrá y, por tanto, influirá en la venta del producto final (Carrillo, 2023). En la carne de porcino un pH inferior a 5,4 puede resultar carne PSE (pálida, suave y exudativa), mientras que un pH superior a 5,6 puede llevar a una carne DFD (oscura, dura y seca) (Jerez *et al.*, 2020).

El pH desempeña un papel fundamental en la calidad de la carne durante el proceso de faenamiento. Un pH más alto (más alcalino) puede causar una textura pastosa y un color oscuro poco atractivo. Por otro lado, un pH más bajo (más ácido) puede resultar en una carne más tierna, pero con un sabor metálico desagradable (Jankowiak *et al.*, 2021).

En el momento del sacrificio, la falta de oxígeno conduce a la realización de glicólisis anaerobia, donde el ácido láctico se produce como resultado de la transformación del glucógeno. La acumulación de ácido láctico va a conducir a una disminución importante del pH muscular. Un pH bajo facilita la formación de enlaces entre distintos tipos de proteínas musculares, como actina y miosina, originando así una rigidez en los músculos (rigidez cadavérica). Cuando el pH no es el correcto puede favorecer la aparición de defectos en la calidad de la carne, como la carne PSE (Pálida, Blanda, Exudativa) cuando el pH desciende de forma muy exagerada en postmortem, o bien DFD (Dark, Firm, Dry) cuando el pH se mantiene alto por no haber glucógeno y por no producirse ácido láctico (Maza, 2023).

2.1.9. Influencia de la temperatura en la calidad de la carne

Durante el proceso de faenamiento de la carne, la temperatura juega un papel crucial en varias etapas que impactan en su calidad final. Mantener una temperatura adecuada durante el sacrificio y desangrado del animal es fundamental para evitar el estrés térmico. Además, la temperatura ambiente durante el rigor mortis influye en la contracción muscular, afectando la ternura y jugosidad de la carne. Durante el almacenamiento, mantener temperaturas entre 0-4°C es crucial para prevenir el crecimiento de microorganismos patógenos. Sin embargo, la exposición a temperaturas inferiores a 10°C antes de completar el rigor mortis puede provocar acortamiento por frío, resultando en cortes de carne más duros y fibrosos debido a una contracción excesiva e irreversible de las fibras musculares (Irreño *et al.*, 2022).

El acortamiento de frío se produce cuando la carne es enfriada rápidamente hasta situarse por debajo de 10 °C sin que haya tenido tiempo de producirse el rigor mortis. En este

caso la contracción muscular es más fuerte que la del rigor mortis normal, lo que causa un acortamiento importante e irreversible de los sarcómeros (las estructuras del músculo que se alargan y se acortan en los ciclos de contracción-relajación), estas unidades contráctiles del músculo producen que la carne resulte más dura. Hay que decir que el mantenimiento de este problema de dureza no tiene solución así sea más largo el tiempo de maduración de la carne (Serrano *et al.*, 2012).

La temperatura interviene directamente en la calidad de la carne en el momento del sacrificio del animal en tanto si es a elevadas temperaturas se incrementa el desarrollo bacteriano y la descomposición de la carne; pero si es a bajas temperaturas va en contra de la ternura y de la jugosidad de la carne. Por ello es importante respetar la cadena de frío evitando que se rompan las cualidades organolépticas y sanitarias de la carne (Dimakopoulou *et al.*, 2022).

2.1.10. Composición de la carne de porcino

La carne de porcino constituye una fuente rica de nutrientes esenciales es rica en proteínas (22%), las cuales son un nutriente muy importante para el crecimiento, así como para la reparación de los tejidos, por otro lado, es el alimento que aporta más grasa a nuestra dieta, su contenido de grasa oscila entre 10-20% dependiendo de la parte de porcino, esta carne nos aporta gran cantidad de energía y de ácidos grasos esenciales. La carne de porcino contiene vitaminas del grupo B, en las que destaca la riqueza de B1 (tiamina); y también nos aporta minerales (Zn, Fe, P) (Velasco *et al.*, 2019).

En la “tabla 1” se muestra los macroelementos de la carne de porcino.

Tabla 1

Macroelementos

| | |
|---------------|--------|
| Lípidos | 20,7 g |
| Carbohidratos | 0 g |
| Proteína | 25,1 g |

Fuente: Mariné, (2019).

En la “tabla 2” se muestra los microelementos de la carne de porcino.

Tabla 2

Microelementos

| | |
|--------------|----------|
| Hierro | 1,1 mg |
| Zinc | 2,9 mg |
| Cobre | 0,1 mg |
| Selenio | 31,7 mcg |
| Vitamina B12 | 0,7 mcg |
| Vitamina B6 | 0,4 mg |

Fuente: Mariné, (2019).

2.1.11. Composición de la carne de vacuno

La carne de vacuno es un alimento que ofrece una rica cantidad de nutrientes esenciales, un 18-22% en proteína de buena calidad y, por lo tanto, imprescindibles para la formación y reparación de los tejidos. La franja de grasa es del 2 al 13%, dependiendo del corte, lo que propicia el aporte energético y de los ácidos grasos esenciales. Es rica en vitaminas del complejo B, especialmente de la B12 por la que se puede obtener su suministro de glóbulos rojos. La carne de vacuno es rica en actuación normal de nuestro cuerpo (Astiti *et al.*, 2023).

En la “tabla 3” se muestra los macroelementos y microelementos de la carne de vacuno.

Tabla 3

Macroelementos y microelementos

| Macroelementos | | Microelementos | |
|-----------------------|--------|-----------------------|----------|
| Lípidos | 5,7 g | Hierro | 2,6 mg |
| Carbohidratos | 0 g | Zinc | 4,2 mg |
| Proteína | 23,6 g | Cobre | 0,08 mg |
| | | Selenio | 33,1 mcg |
| | | Manganeso | 0,012 mg |
| | | Vitamina B12 | 2,6 mcg |
| | | Vitamina B6 | 0,4 mg |

Fuente: Farvid *et al.*, (2015).

2.1.12. ATP (Adenosín Trifosfato)

El ATP es esencial para la contracción muscular, y durante el proceso de sacrificio, niveles adecuados de ATP en los músculos aseguran una contracción muscular adecuada y un sangrado eficiente. Esto contribuye a evitar la acumulación de sangre en los tejidos musculares, lo que puede afectar negativamente la calidad y la apariencia de la carne (García *et al.*, 2021).

La glucólisis anaeróbica produce dos moléculas de ATP por molécula de glucosa, además de la formación de ácido láctico, mientras que la glucólisis aeróbica produce 36 moléculas de ATP por molécula de glucosa en función de la eficiencia de la cadena de transporte de electrones y disponibilidad de oxígeno. Estos procesos son fundamentales para el suministro energético de las células, teniendo un papel de gran importancia en la calidad y conservación de la carne post-mortem, influyendo en aspectos relativos a sabor, textura y jugosidad en el procesado y almacenado post-mortem (García *et al.*, 2021).

2.1.13. Glucógeno

El glucógeno actúa como una reserva de energía en los músculos antes del sacrificio. Durante el proceso de faenamiento, el glucógeno se convierte en ácido láctico como resultado del metabolismo anaeróbico. Si hay niveles suficientes de glucógeno en los músculos antes del sacrificio, se produce una cantidad adecuada de ácido láctico, lo que contribuye a mantener el pH de la carne dentro de niveles óptimos después del sacrificio. Un pH adecuado es crucial para la retención de agua, textura, color y sabor de la carne (Ramírez *et al.*, 2022). El glucógeno es el similar al almidón en las plantas. Está conformado por la unión de moléculas de glucosa, es una reserva de energía, por tanto se almacena en el hígado y en los músculos (Serrano *et al.*, 2012).

2.1.14. Rigor mortis

El rigor mortis o rigor mortem es el proceso que ocurre después del sacrificio de un animal, en el cual se produce un endurecimiento muscular temporal debido a cambios bioquímicos en las fibras musculares (Montoya *et al.*, 2020).

La rigidez cadavérica comienza a aparecer después de varias horas después de sacrificar los animales, alcanzando su máximo entre las 12 y las 24 horas posteriores. Este fenómeno se debe fundamentalmente a la falta de suministro de oxígeno a los músculos que acumulan ácido láctico por insuficiente aporte de oxígeno después de la muerte, lo que facilita la coagulación de las proteínas musculares y, en consecuencia, la rigidez (Rossi, 2020).

Durante su vida las células musculares acumulan calcio en el retículo sarcoplásmico, el cual queda liberado para permitir la contracción muscular una vez estimulada. Tras el sacrificio, la rotura de la membrana celular hace que el calcio se escape, active las proteínas contráctiles (actina y miosina) y origine la contracción de la fibra muscular y, por ende, la rigidez (Rossi, 2020).

La rigidez cadavérica se produce como consecuencia de la unión de las proteínas musculares mediante enlaces cruzados, lo que produce un aumento en la rigidez del músculo cadavérico. Este proceso puede durar horas hasta incluso días en función de factores como la

especie, la temperatura y las condiciones a las que se encuentra el animal. Posteriormente, el proceso de degradación enzimática y bacteriana destruye los enlaces cruzados, reconducida la fibra muscular a su estado de relajación (Ding *et al.*, 2022).

El manejo del fenómeno del rigor mortis es esencial para la calidad de la carne, ya que si se corta la carne durante el período de máxima rigidez puede originar que la carne sea más dura y menos jugosa. Por este motivo muchos procesos de maduración de la carne incluyen el periodo de máximo rigor mortis, esperan que se relaje, para luego ser comercializada y aumentar la ternura de la misma (Ding *et al.*, 2022).

2.1.15. Reacciones metabólicas después del sacrificio del animal

Desde el momento en que cesa el suministro de oxígeno, el músculo pasa de un metabolismo aeróbico a uno anaeróbico, con la acumulación de ácido láctico, provocando, como consecuencia de la disminución del pH, la formación de ácido láctico. Por otro lado, la falta de ATP impide la relajación de las fibras musculares, con lo cual se produce una rigidez transitoria conocida como rigidez cadavérica (Pariamanco, 2019).

Después de la interrupción del suministro de oxígeno y la detención de la producción aeróbica de ATP, la glucosa almacenada en forma de glucógeno en los músculos se fracciona en glucosa-6-fosfato mediante la actividad del enzima glucógeno fosforilasa. La glucosa-6-fosfato se transforma y se convierte en piruvato a través de un conjunto de etapas enzimáticas durante el proceso de la glucólisis. Durante este proceso, se forman pequeñas cantidades de ATP y de NADH, que son los dos mediadores energéticos de ese proceso (Hernández *et al.*, 2013).

Cuando la glucólisis se da en ausencia de oxígeno, el piruvato es transformado en lactato gracias a una enzima que es el lactato deshidrogenasa (LDH). Aquella conversión es muy importante porque sirve para recuperar el NAD⁺ a partir del NADH, de forma que la glucólisis pueda continuar generando ATP. El lactato que se produce durante la glucólisis anaeróbica se acumula en los músculos por la imposibilidad en su totalidad para obtener energía, ya que no

hay oxígeno. Tal acumulación de lactato provoca una acidificación de los músculos, lo que va a colaborar en la rigidez cadavérica, indicador del rigor mortis. Este exceso de lactato y la caída del pH muscular pueden alterar las características de la textura y la ternura de la carne cruda. Un manejo postmortem adecuado, que incluya la exposición y la maduración de forma controlada, permitirá que parte del lactato pueda ser destruido, todo lo cual vendrá a mejorar la calidad de la carne, disminuyendo la rigidez de los músculos (Hernández *et al.*, 2013).

El cambio de pH y de temperatura provoca la desnaturalización de las proteínas musculares, lo que tendría como consecuencia un cambio en la textura y ternura de la carne. En la maduración de la carne hay enzimas proteolíticas, tales como las catepsinas y calpaínas que degradan las proteínas musculares, mejorando la ternura de la carne. Por último, a las 6-8 horas el pH se estabiliza en el rango 5,6-5,8 marcando así el final de las principales reacciones metabólicas post-mortem y el inicio del proceso de maduración (Pariamanco, 2019).

Estas enzimas se activan en el post mortem como consecuencia de cambios en el pH muscular y de la liberación de calcio almacenado en el retículo sarcoplasmático de las células musculares, que activa su función catalítica en el corte de enlaces peptídicos específicos de las troponinas y tropomiosina, generando una mayor elasticidad en las fibras musculares y contribuyendo al ablandamiento y a la mejor textura de la carne a la que se someten. Esta función desarrollada por las calpaínas es determinante para mejorar la calidad sensorial de la carne (Irreño *et al.*, 2022).

2.1.16. Técnicas de aturdimiento eléctrico y por aire comprimido en el proceso de sacrificio del animal vacuno y porcino

2.1.16.1. Aturdimiento Eléctrico

Para el ganado vacuno se emplea un voltaje que oscila entre 200 y 400 V, como máximo, y una corriente cuyo valor se halla comprendido entre 1,5 y 2,5 A para lo cual es preciso emplear electrodos que se sitúan en la cabeza del animal. No se debe practicar esta técnica si no se

dispone de conveniente destreza para hacerla inviable (por ejemplo, la electricidad estática). En lo que respecta a los porcinos, el voltaje aplicado es menor, entre 70-90 V, con una corriente de 1,3-1,5 A, se aplican electrodos al animal, principalmente en la cabeza, aunque a veces en el corazón. Es esencial evitar la sobredosis para evitar daños al animal (Jerez *et al.*, 2020).

Esta técnica de aturdimiento eléctrica mejora los procesos de sacrificio de los animales al inducir rápidamente inconsciencia tanto en los animales vacuno y porcino, reduciendo el estrés animal antes del sacrificio y mejorando, por lo tanto, el bienestar animal, lo que mejorará la calidad de la carne, al minimizar la liberación de hormonas relacionadas con el estrés, favoreciendo así un sangrado más rápido, más completo y más eficaz que proporcionará una mejor textura y sabor de la carne (Rodríguez, 2021).

2.1.16.2. Aturdimiento por Aire Comprimido

En todos los casos de ganado vacuno y porcino, sean estos grandes o pequeños, se necesita una presión de 8-10 bares para propulsar el perno cautivo a una velocidad de 55-60 m/s directo a la cabeza. Esto último garantiza que una situación lo que asegura la insensibilización inmediata, al provocar la desestructuración del cerebro y por anticipado impide que recupere la consciencia. Asimismo, se advierte que este método requiere una maquinaria con sujeción neumática y de riego, para su perfecta utilización (Rodríguez, 2021).

El aturdimiento por aire comprimido es un método para el sacrificio de ganado vacuno y porcino. Esta técnica influye en el cerebro del animal, generando un golpe de aire comprimido que llega hasta la zona del cerebro que controla la conciencia y la percepción del dolor, produciendo una pérdida brusca de la percepción y de la sensibilidad (Rodríguez, 2021).

2.1.17. Factores óptimos para el correcto proceso de faenamiento del vacuno y porcino

- **Sacrificio rápido y eficaz:** Disminuir el estrés de los animales condenados a prevenir la posible aparición de carne PSE (palidez, firmeza y exudación) o DFD (palidez, firmeza y sequedad).

- **Control del PH en Continua:** Controlar el pH del proceso, si aparece alguna fluctuación respecto del nivel adecuado de acidez.
- **Control de la temperatura de trabajo:** Mantener el nivel de temperatura del espacio de nuevo listo para sacrificio en los márgenes adecuados de modo que las reses no se estresen térmicamente.
- **Refrigeración rápida:** La carne debe ser refrigerada rápidamente y de manera ordenada, de manera que no se lleve a cabo un desarrollo bacteriano con el consiguiente deterioro de la proteína.
- **Condiciones de la maduración:** Hay que cuidar que las condiciones de humedad y temperatura culminen en una maduración correcta que proporcione una carne tierna y de sabor equilibrado.
- **Higiene y limpieza:** Mantener siempre la carne limpia y en constante contacto con la higiene para evitar toda contaminación (Peña, 2019).

2.2. Marco metodológico

Tipo de Investigación: Exploratorio

Se seleccionó artículos científicos, tesis de grado, tesis de posgrado, revistas académicas, libros y páginas web que cumplan con criterios de relevancia y calidad científica de los últimos años, los instrumentos utilizados comprendieron motores de búsqueda en línea, software de gestión bibliográfica y herramientas de análisis textual como PubMed, Scopus, Web of Science, Scielo y Dialnet y gestores bibliográficos como Zotero y Mendeley.

2.3. Resultados

Resultados del objetivo específico 1

En la “tabla 4” se muestra las técnicas de aturdimiento eléctrico y por aire comprimido. El aturdimiento eléctrico de ganado vacuno usa 200-400 V y 1,5-2,5 A, mientras que en porcinos se emplean 70-90 V y 1,3-1,5 A, reduciendo el estrés y mejorando el bienestar animal. La compresión de aire dispara un perno a 55-60 m/s con una presión de 8-10 bares, causando insensibilidad en 3-10 segundos. Ambas técnicas aseguran un sacrificio humano y cumplen normas higiénico-sanitarias.

Tabla 4

Métodos de aturdimientos

| Método | Parámetros Vacuno | Parámetros Porcino | Beneficios | Referencia |
|----------------------------------|--|--|--|---|
| Aturdimiento Eléctrico | 200-400 V, 1.5-2.5 A, electrodos en cabeza | 70-90 V, 1.3-1.5 A, electrodos en cabeza/corazón | Rápida inconsciencia, menor estrés, mejor calidad de carne | (Jerez <i>et al.</i> , 2020) (Rodríguez, 2021) |
| Aturdimiento por Aire Comprimido | 8-10 bares, perno a 55-60 m/s en cabeza | 8-10 bares, perno a 55-60 m/s en cabeza | Inconsciencia inmediata, sacrificio humano y ético | (Rodríguez, 2021) |

Resultados del objetivo específico 2

En la “tabla 5” se muestra los niveles óptimos para el control del pH y temperatura en el proceso de faenamiento. Para vacuno y porcino, el pH debe bajar de 6,8-7,2 a 5,4-5,8 (vacuno) y 5,5-5,8 (porcino) en 24 h post mortem. Las temperaturas iniciales son 37-39°C (vacuno) y 38-40°C (porcino), manteniéndose a 0-4°C post mortem. La maduración óptima es de 14-21 días (vacuno) y 5-10 días (porcino) con 85-90% de humedad. Es crucial minimizar el estrés, controlar pH y temperatura, enfriar rápidamente y mantener buenas condiciones higiénicas.

Tabla 5

Factores óptimos de faenamiento

| Parámetro | Niveles Óptimos | Referencia |
|-----------------------------|---|-----------------------------|
| pH inicial | Vacuno: 6,8 – 7,2; Porcino: 6,5 – 6,8 | (Calderón & Yumisaca, 2017) |
| pH final (24 h post-mortem) | 5,5 – 5,8 | (Calderón & Yumisaca, 2017) |
| Temperatura inicial | Vacuno: 37 - 39°C; Porcino: 38 - 40°C | (Calderón & Yumisaca, 2017) |
| Temperatura post-mortem | 0 - 4°C | (Calderón & Yumisaca, 2017) |
| Tiempo de maduración | Vacuno: 14 - 21 días; Porcino: 5 - 10 días | (Calderón & Yumisaca, 2017) |
| Humedad relativa | 85 - 90% | (Calderón & Yumisaca, 2017) |
| Velocidad de enfriamiento | 2 - 4°C/h (primeras 4h), luego 0 - 4°C | (Calderón & Yumisaca, 2017) |
| Sacrificio rápido | Disminuir estrés | (Peña, 2019) |
| Control continuo de pH | Monitorear pH | (Peña, 2019) |
| Control de temperatura | Mantener temperaturas adecuadas | (Peña, 2019) |
| Refrigeración rápida | Evitar desarrollo bacteriano | (Peña, 2019) |
| Condiciones de maduración | Control de humedad y temperatura | (Peña, 2019) |
| Higiene y limpieza | Mantener carne limpia | (Peña, 2019) |

Resultados del objetivo específico 3

En la “tabla 6” se muestra el impacto de interés sobre el pH y temperatura en la terneza y el flavor sobre el músculo de carne del animal vacuno y porcino. El pH y la temperatura influyen significativamente en la terneza y sabor de la carne. Un pH bajo (< 5,8) en vacuno endurece la carne, mientras un pH alto (> 5,8) mejora su terneza y sabor. En porcino, un pH bajo (< 5,5) produce carne PSE, afectando negativamente la terneza y sabor, mientras un pH medio (5,6-5,8)

mejora ambas cualidades. Temperaturas controladas (0-4°C) son esenciales para mantener la ternera y el sabor.

Tabla 6

Impacto del pH y temperatura en la ternera y el sabor de la carne

| Factor | Animal | Impacto en Ternera | Impacto en Sabor | Referencias |
|---------------|---------------|---|---|---------------------------------|
| pH | Vacuno | Un bajo pH (< 5,8) conduce a una carne dura. Un pH más alto (> 5,8) puede resultar en una carne más tierna. | Un pH bajo afecta el sabor, haciéndolo más ácido y metálico. Un pH más alto puede mejorar el sabor de los compuestos de sabor. | (Gómez <i>et al.</i> , 2022) |
| pH | Porcino | Un pH bajo (< 5,5) puede causar PSE (pálido, suave, exudativo) afectando negativamente la ternera. Un pH adecuado (5,6-5,8) produce carne más tierna. | Un pH bajo puede llevar a un sabor menos deseable y pérdida de jugosidad. Un pH adecuado mejora el sabor natural y la retención de jugos. | (Lebret <i>et al.</i> , 2022) |
| Temperatura | Vacuno | Temperaturas de faenado altas pueden causar una rápida caída del pH, resultando en carne dura. Temperaturas controladas (0-4°C) mejoran la ternera a través de la maduración. | Temperaturas altas durante el faenado pueden desnaturalizar proteínas y afectar negativamente el sabor. | (Barragán <i>et al.</i> , 2021) |
| Temperatura | Porcino | Temperaturas altas post-mortem pueden provocar PSE y reducir la ternera. Temperaturas controladas (0-4°C) ayudan a prevenir PSE y mejorar la ternera. | Temperaturas altas pueden causar sabores indeseables. Temperaturas controladas preservan los compuestos de sabor y mejoran el perfil organoléptico. | (Faucitano & Nannoni, 2023) |

2.4. Discusión de resultados

Este estudio indica que el aturdimiento eléctrico en vacunos requiere tensiones de 200-400 V y corrientes de 1,5-2,5 A, mientras que en porcinos son menores (70-90 V y 1,3-1,5 A),

reduciendo el estrés y mejorando el bienestar animal. Comparativamente, según el estudio de Jerez *et al.* (2020) menciona que la consistencia en las técnicas de aturdimiento eléctrico requiere tensiones de 210 V y corrientes de 1,5 A, por otro lado, en porcinos corrientes de 80 V y tensiones 1,7 A, pero se observó variaciones en la colocación de los electrodos y esto podría influir en la efectividad y el nivel de estrés del animal.

En cuanto al aturdimiento por aire comprimido, se utiliza una presión de 8-10 bares para un rápido desvanecimiento del animal. Comparativamente, el estudio de Guevara *et al.* (2023) sugiere que presiones más altas podrían ser necesarias en ciertos contextos para asegurar una insensibilidad adecuada, destacando la importancia de ajustar la velocidad del perno captivo para minimizar el tiempo de conciencia del animal.

Los valores óptimos de pH inicial que oscile entre 6,8 y 7,2 y llegarán a un pH que se sitúa entre 5,5 y 5,6 en porcinos y vacunos son cruciales para la calidad de la carne. Según Tuninetti *et al.* (2017) establece que un pH de 5,5 post mortem puede asociarse con una mayor ternera en carnes de vacuno y porcino, debiéndose mantener la temperatura post mortem a 0-4°C.

Un pH bajo (< 5,8) puede endurecer la carne debido a contracciones musculares. Un pH alto (> 5,8) mejora la ternera y el sabor al preservar los compuestos del sabor en la carne vacuna, por otro lado, un pH bajo (< 5,5) puede facilitar la aparición de carnes PSE en la carne de porcino, lo que reduce la ternera y el sabor. Un pH medio (5,5-5,6) proporciona más ternera y sabor, en concordancia con el estudio de Zamora (2018) encontró que un pH bajo (< 5,8) provoca contracciones musculares que endurecen la carne. Sin embargo, señala que un pH óptimo para vacuno debe estar ligeramente por encima de 5,5 hasta 5,6 para maximizar la ternera sin comprometer otros aspectos de la calidad, en porcinos un pH bajo (< 5,5) causa la aparición de carne PSE. Destacan que un pH óptimo se encuentra en el rango de 5,5-5,6, para asegurar una mejor textura y sabor

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1. Conclusiones

La insensibilización de los animales de abasto puede realizarse de manera eléctrica o por aire comprimido. La insensibilización eléctrica en vacunos utiliza tensiones de 200-400 V con corrientes de 1,5-2,5 A, mientras que los porcinos utilizan tensiones son de 70-90 V con corrientes de 1,3-1,5 A. Durante la insensibilización de los animales se garantiza un desvanecimiento rápido del animal lo que provoca una disminución del estrés del animal. Por otro lado, el aturdimiento con aire comprimido emplea una presión de 8-10 bares para poder disparar un perno cautivo a una velocidad de 55-60 m/s logrando que el animal caiga fulminado.

Por lo consiguiente un aturdimiento inadecuado, tanto eléctrico como por aire comprimido, generan efectos negativos. En el animal vacuno y porcino, puede causar lesiones y sufrimiento innecesario. En la carne, compromete su calidad, puede provocar daños musculares, contaminación bacteriana y, en casos excepcionales, la presencia de residuos eléctricos. Estos últimos representan un potencial riesgo para la salud humana.

Para que obtengamos una óptima calidad en la carne proveniente de sacrificio y despiece de reses bovinas y porcinas es preciso someter al control más riguroso la evolución del pH, la variación de la temperatura, el ritmo de enfriado. El proceso se inicia con pH de 6,8-7,2 que disminuye posteriormente a niveles de 5,4-5,8 (res bovina) y 5,5-5,8 (porcino) "post mortem", con temperaturas iniciales de 37-39 °C (res bovina) y 38-40 °C (porcino), condiciones de maduración iniciales de 0-4°C. La maduración óptima de las reses bovinas es de 14-21 días y la de las porcinas de 5-10 días con humedades del 85-90%.

En la carne de vacuno, un pH alto (pH < 5,8) confiere un endurecimiento a la carne, mientras que un pH de 5,5 mejora la ternera. En cambio, en la carne de porcino un pH bajo (< 5,5) puede facilitar la aparición de las carnes PSE; pero si el pH es medio (5,5-5,6), mejora la ternera y el sabor. Por otro lado, el control de la temperatura a unos valores muy bajos (0-4°C)

estimula la maduración de la carne, conserva el sabor y evita la desnaturalización de todas las proteínas.

3.2. Recomendaciones

En base a las conclusiones planteadas se recomienda:

- Vigilar de manera constante el pH y la temperatura a lo largo de todos y cada uno de los procesos de la elaboración de faenamiento y de la maduración. De la carne.
- Asegurar que el valor del pH al momento de la muerte del animal esté dentro de unos valores óptimos (6,8-7,2 para los vacunos, 5,5-5,8 para porcinos) y que disminuya de forma adecuada hasta el final de los procesos de maduración.
- Prever que las temperaturas estén dentro del intervalo 0-4 °C para impedir la aparición de la dureza, así como la desnaturalización de las proteínas.
- Permitir que las diferentes categorías de la carne cumplan el tiempo necesario para la maduración (vacuno: de 14 a 21 días; porcino: de 5 a 10 días) en unas condiciones de humedad relativa del 85-90%.
- Realizar la matanza de los animales de un modo rápido y humanitario para minimizar el estrés de la puesta a muerte y evitar la aparición de problemas como la carne DFD y el PSE.
- Velar por el cumplimiento de unas medidas de higiene en todas las etapas del proceso de elaboración y de manipulación de la carne con tal de evitar la posibilidad de contaminaciones microbianas que puedan repercutir en la calidad de la carne final.
- Capacitar al personal en el conocimiento de las técnicas de manejo animal, de control de pH y temperatura, así como de las tareas de higiene alimentaria con tal de conseguir una carne constante y de calidad.

4. REFERENCIAS Y ANEXOS

4.1. Referencias bibliográficas

- Astiti, N. M. A. G. R., Wedaningsih, K. N., & Parwata, I. K. W. (2023). Physical Composition Of Beef Carcass To Selling Price. *Interdisciplinary Journal and Hummanity (INJURITY)*, 2(6), Article 6. <https://doi.org/10.58631/injury.v2i6.86>
- Barragán-Hernández, Mahecha-Ledesma, Olivera-Ángel, Angulo-Arizala,. (2021). ¿Cómo los consumidores valoran atributos de calidad de carne bovina y su disposición a pago? *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 19(1), 167-179. [https://doi.org/10.18684/bsaa\(19\)167-179](https://doi.org/10.18684/bsaa(19)167-179)
- Cabrera, K. A. T., Montealegre, V. J. G., Campoverde, J. M. Q., & Romero, H. R. C. (2023). Pronóstico de la demanda de carne de ganado vacuno en la provincia de El Oro, Ecuador. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 5468-5482. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4866
- Calderón Juma, M. À., & Yumisaca Soque, J. D. (2017). “Estandarización de los procedimientos para el faenamiento de ganado ovino y porcino en el camal municipal del cantón Colta”. [bachelorThesis, Universidad Nacional de Chimborazo,2017]. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/4081>
- Carrillo, J. (2023, marzo 16). Medición de pH en carne y productos cárnicos. *Cientisol*. <https://cientisol.com/medicion-de-ph-en-carne-y-productos-carnicos/>
- Castillo, M. J., & Carpio, C. E. (2019). Demand for High-Quality Beef Attributes in Developing Countries: The Case of Ecuador. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 51(04), 568-590. <https://doi.org/10.1017/aae.2019.21>
- Cellan Zeas, B. D., & Suconota Pérez, J. A. (2019). Implementación de normas BPM en el camal municipal del cantón El Triunfo [Pregrado (Ingeniero Industrial), UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO]. En Repositorio de la Universidad Estatal de Milagro. <https://repositorio.unemi.edu.ec/xmlui/handle/123456789/4807>
- Chamba, W. (2020). PRODUCCIÓN ACTUAL DE CARNE EN EL ECUADOR. PRONACA. <https://www.procampo.com.ec/index.php/blog/10-nutricion/220-produccion-carne-ecuador>
- Condori Pariamanco, D. (2019). Factores predisponentes a carnes DFD en canales de vacunos criollos faenados en el matadero de Quicapata—Ayacucho 2,760 m.s.n.m. La autora.

- Damián Ramírez, S., Carreras Solís, R. D. 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>
- Dimakopoulou-Papazoglou, D., Lazaridou, A., Biliaderis, C. G., & Katsanidis, E. (2022). Effect of Process Temperature on the Physical State of Beef Meat Constituents – Implications on Diffusion Kinetics during Osmotic Dehydration. *Food and Bioprocess Technology*, 15(3), Article 3. <https://doi.org/10.1007/s11947-022-02778-4>
- Ding, Z., Wei, Q., Liu, C., Zhang, H., & Huang, F. (2022). The Quality Changes and Proteomic Analysis of Cattle Muscle Postmortem during Rigor Mortis. *Foods*, 11(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/foods11020217>
- Farvid, M. S., Cho, E., Chen, W. Y., Eliassen, A. H., & Willett, W. C. (2015). Adolescent meat intake and breast cancer risk. *International Journal of Cancer*, 136(8), 1909-1920. <https://doi.org/10.1002/ijc.29218>
- Faucitano, L., & Nannoni, E. (2023). Pig production systems and related effects on pre-slaughter animal welfare and meat quality. *Italian Journal of Animal Science*, 22(1), Article 1.
- García Ávila, G. A., Martínez Cepeda, G. E., Zambrano Garay, W. H., & 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*, Extra 0 (Edición Especial), 95-109.
- Gómez, A. A. R., González, C. E. B., & Pavón, C. R. dos S. (2022). Evaluación del control de calidad de la carne vacuna consumida en la ciudad de Pilar, año 2017. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(1), 1142-1162. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i1.1565
- Guevara-Freire, D., Valle, L., Avilés-Esquivel, D., Villarroel, K., Aguagallo, J., Guevara-Freire, D., Valle, L., Avilés-Esquivel, D., Villarroel, K., & Aguagallo, J. (2023). Evaluación del bienestar animal en tres plantas de faenamiento municipal del suroeste del Ecuador. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 34(5). <https://doi.org/10.15381/rivep.v34i5.22199>
- Hernández Bautista, J., Aquino López, J. L., & Ríos Rincón, F. G. (2013). Efecto del manejo pre-mortem en la calidad de la carne. *Nacameh*, 7(2), 41-64.
- Hernández, J., & Jessuly, Y. (2020). Cumplimiento de Normativas de sacrificios ante-mortem en el Establecimiento número dos ubicado en el municipio de Tipitapa-Managua, período de

- mayo a noviembre 2019 [Tesis de pregrado (Medica Veterinaria), Universidad Nacional Agraria]. <https://repositorio.una.edu.ni/4362/1/tnl01h557n.pdf>
- Irreño-Barrera, F. J., Escorcía-Álvarez, N. S., Navarro-Gómez, G. M., Muñoz-Salinas, L., Navas-Rodríguez, J. C., Domínguez-Odio, A., Cala-Delgado, D. L., Irreño-Barrera, F. J., Escorcía-Álvarez, N. S., Navarro-Gómez, G. M., Muñoz-Salinas, L., Navas-Rodríguez, J. C., Domínguez-Odio, A., & Cala-Delgado, D. L. (2022). Avances recientes en el estudio de factores de estrés prefaenado sobre la calidad de la carne bovina, aviar y porcina. *Scientia Agropecuaria*, 13(3), 249-264. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2022.023>
- Jankowiak, H., Cebulska, A., & Bocian, M. (2021). The relationship between acidification (pH) and meat quality traits of polish white breed pigs. *European Food Research and Technology*, 247(11), Article 11. <https://doi.org/10.1007/s00217-021-03837-4>
- Jerez-Timaure, N., Trompiz, J., Mendoza, E., Arenas de Moreno, L., Jerez-Timaure, N., Trompiz, J., Mendoza, E., & Arenas de Moreno, L. (2020). Evaluación del método de aturdimiento y tiempo de reposo corto sobre las características de la canal y la carne de cerdo. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 31(3). <https://doi.org/10.15381/rivep.v31i3.18722>
- La FAO. (2021). OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2021-2030. OECD. <https://doi.org/10.1787/47a9fa44-es>
- Lebret, B., & Čandek-Potokar, M. (2022). Review: Pork quality attributes from farm to fork. Part I. Carcass and fresh meat. *Animal*, 16, undefined-undefined. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100402>
- Lee, S., Jo, K., Jeong, S. K. C., Jeon, H., Choi, Y. S., & Jung, S. (2023). RECENT STRATEGIES FOR IMPROVING THE QUALITY OF MEAT PRODUCTS. *Journal of Animal Science and Technology*, undefined-undefined. <https://doi.org/10.5187/jast.2023.e94>
- León, M., Orduz, A., & Velandia, M. (2018). COMPOSICIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA CARNE DE OVEJO, POLLO, RES Y CERDO. @limentech, *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 15(2), Article 2. <https://doi.org/10.24054/16927125.v2.n2.2017.2969>
- Loredo Osti, J., Sánchez López, E., Barreras Serrano, A., Figueroa Saavedra, F., Pérez Linares, C., Ruiz Albarrán, M., Loredo Osti, J., Sánchez López, E., Barreras Serrano, A., Figueroa Saavedra, F., Pérez Linares, C., & Ruiz Albarrán, 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>

- Lunavictoria, J. C. S., & Rodríguez, C. A. D. (2021). Análisis de la producción y consumo de carne en la provincia de Chimborazo, Ecuador. *ConcienciaDigital*, 4(2.1), Article 2.1. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i2.1.1709>
- Mariné, A. (2019, abril 11). Valor nutritivo de la carne de cerdo. https://www.3tres3.com/latam/articulos/valor-nutritivo-de-la-carne-de-cerdo_11767/
- Mariño Vargas, B. D., & Tivan Rivera, D. E. (2022). Estudio de tiempos para la optimización de los procesos de faenamiento en el camal del Municipio de Baños de Agua Santa [bachelorThesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)]. <http://localhost/handle/27000/9587>
- Maza Merchan, J. L. (2023). Evaluación de la calidad de la carne de cerdo postmortem en el Camal Municipal de Alamor [bachelorThesis, Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/28223>
- Montoya-Camacho, N., Márquez-Ríos, E., Castillo -Yáñez, F. J., Ruíz-Cruz, S., Cárdenas-López, J. L., Arvizu-Flores, A. A., Torres-Arreola, W., Ocaño-Higuera, V. M., Montoya-Camacho, N., Márquez-Ríos, E., Castillo -Yáñez, F. J., Ruíz-Cruz, S., Cárdenas-López, J. L., Arvizu-Flores, A. A., Torres-Arreola, W., & Ocaño-Higuera, V. M. (2020). Efecto de la temperatura de almacenamiento sobre el rigor mortis del músculo de tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Biotecnia*, 22(2), 88-93. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v22i2.1249>
- Moreta, M. (2023, marzo 25). En Ecuador el consumo de carne de pollo aumentó en el 3,14% en el 2022. *El Comercio*. <https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/ecuador-consumo-carne-pollo-aumento-2022.html>
- Pariamanco, D. C. (2019). Factores predisponentes a carnes DFD en canales de vacunos criollos faenados en el matadero de Quicapata—Ayacucho 2,760 m.s.n.m [Pregrado (Medico veterinario), Universidad Nacional de San Cristóbal de huamanga]. <https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/e96b49eb-95ec-48ac-a246-be795ae72aa5/content>
- Peña, D. S. P. (2019). VALORAR LA INFLUENCIA DEL TIEMPO Y TIPO DE TRANSPORTE EN FACTORES DE CALIDAD CARNICA PORCINA EN LA EMPRESA PUBLICA DE RASTRO SANTO DOMINGO. [Pregrado (Medico veterinario), Universidad de las Americas]. <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/10991/1/UDLA-EC-TMVZ-2019-22.pdf>
- Pinta, C. (2022). Valoración de la infraestructura existente del camal municipal, en la provincia de santo domingo de los Tsáchilas, para un planteamiento de una propuesta

- arquitectónica [Pregrado Arquitecto Urbanista), Universidad Tecnológica Indoamérica].
<https://repositorio.uti.edu.ec/bitstream/123456789/2068/1/PINTA%20CALLE%20CRISTIAN%20JAVIER.pdf>
- Reinoso Vaca, A. C. (2020). Evaluación de la percepción de los profesionales de la salud en relación al consumo de carne de cerdo mediante la elaboración de encuestas en Quito [bachelorThesis, Quito: Universidad de las Américas, 2020].
<http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/12045>
- Rodríguez, D. F., Erazo, J. C., & Narváez, C. I. (2019). Técnicas cuantitativas de investigación de mercados aplicadas al consumo de carne en la generación millennial de la ciudad de Cuenca. *Revista ESPACIOS*, 40(32).
<https://www.revistaespacios.com/a19v40n32/19403220.html>
- Rodríguez de Guzmán Fuentes, A. (2021). Métodos de aturdimiento en mataderos e implicaciones en la calidad de la carne y en el bienestar animal [Bachelor thesis].
<https://minerva.usc.es/xmlui/handle/10347/30412>
- Rossi, A. (2020). La rigidez cadavérica, el espasmo cadavérico y tipos de fibras musculares. *Rev. Asoc. Méd. Argent*, 12-20.
- Serrano, E., Humada, J., & Maestro, G. (2012). Manejo Pre y Post Sacrificio: Influencia sobre la Calidad de la Carne de Vacuno. Imprenta Regional de Cantabria. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/carne_y_subproductos/197-manual_carne.pdf
- Tapia, B. S. C. (2021). "Elaboración de un manual de buenas prácticas de manufactura para el proceso de faenamiento de porcinos en el camal municipal de Riobamba" [Pregrado (Ingeniero Industrial), Universidad Nacional de Chimborazo].
http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/7600/1/8.%20Informe%20final%20del%20Proyecto%20de%20investigaci%C3%B3n_BPM_%20BRAYAN%20CHILQUINGA.pdf
- Terada, K., Ohtani, T., Ogawa, S., & Hirooka, H. (2024). Genetic parameters for carcass and meat quality traits in Jinhua, Duroc, and their crossbred pigs. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 141(1), Article 1. <https://doi.org/10.1111/jbg.12823>
- Tobar, M. (2011). LEY DE MATADEROS Y REFORMA Y REGLAMENTO.
<http://www.epmrq.gob.ec/images/lotaip/leyes/lm.pdf>
- Tuninetti, N., Blainq, L., & Otero, J. L. (2017). Evaluación de las contusiones y del PH en canales bovinas en un matadero de la provincia de Santa Fe. *InVet*, 19(1), 31-42.
- Velasco, V., Vera, V., Bórquez, F., Williams, P., Faúndez, M., Alarcón-Enos, J., Velasco, V., Vera, V., Bórquez, F., Williams, P., Faúndez, M., & Alarcón-Enos, J. (2019). COMPOSICIÓN DE

CARNE DE CERDO EN UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN NATURAL. Chilean journal of agricultural & animal sciences, 35(3), 261-266. <https://doi.org/10.4067/S0719-38902019005000501>

Zamora, R., & del Rocío, L. (2018). Carne del ganado vacuno. Observatorio de la Economía Latinoamericana, abril. <https://www.eumed.net/rev/oel/2018/04/calidad-carne-ecuador.html>

4.2. Anexos



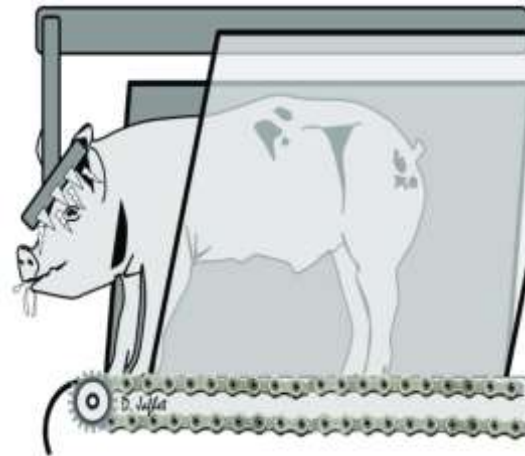
Anexo 1: Canales bovinos.



Anexo 2: Canales porcinos.



Anexo 3: Maduración de carne bovina.



Anexo 4: Aturdimiento eléctrico.



Anexo 5: Aturdimiento por aire comprimido.