

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

**PROGRAMA DOCENTE DE INGENIERÍA EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**



“Relación entre el pH y la calidad de la carne de bovino”

POR

EDUARDO GORDILLO ROBLES

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Saltillo, Coahuila, México

Noviembre de 2024

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
PROGRAMA DOCENTE DE INGENIERÍA EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Relación entre el pH, peso y calidad en canales de bovino

POR

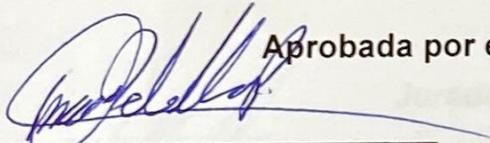
EDUARDO GORDILLO ROBLES

TESIS

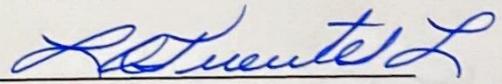
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

Aprobada por el Comité de Asesoría:



MC. Oscar Noé Reboloso Padilla
Asesor Principal



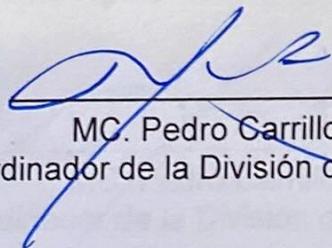
M.Ed. Laura Olivia Fuentes Lara
Coasesor



MC. Carlos Alberto García Agustince
Coasesor



Dr. José Daniel Corona Flores
Coasesor



MC. Pedro Garrillo López
Coordinador de la División de Ciencia Animal

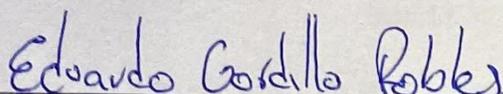


DECLARACION DE NO PLAGIO

El autor de este trabajo es el responsable directo, jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega), reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio), comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia, omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, gráficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente, así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes.

Por lo anterior nos responsabilizamos de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaramos que este trabajo es original


Eduardo Gordillo Robles
Autor


MC. Oscar Noé Reboloso Padilla
Asesor

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

PROGRAMA DOCENTE DE INGENIERÍA EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Relación entre el pH, peso y calidad en canales de bovino

POR

EDUARDO GORDILLO ROBLES

TESIS

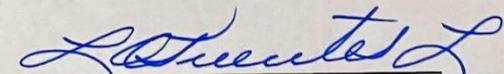
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

Jurado examinador



MC. Oscar Noé Reboloso Padilla
Asesor Principal



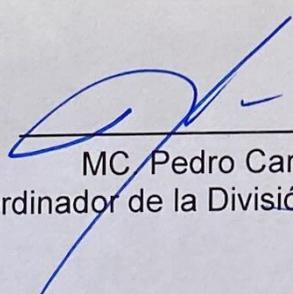
M.Ed. Laura Olivia Fuentes Lara
Coasesor



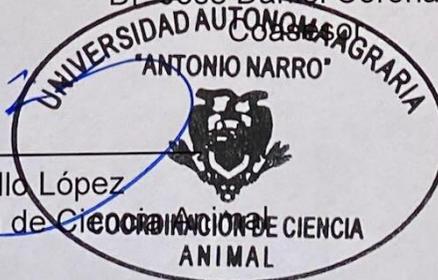
MC. Carlos Alberto García Agustince
Coasesor



Dr. José Daniel Corona Flores
Coasesor



MC. Pedro Carrillo López
Coordinador de la División de Ciencia Animal



Saltillo, Coahuila, México.

Noviembre, 2024

AGRADECIMIENTOS

A Dios, porque nunca me dejó y proveyó en todo momento lo necesario para la realización y culminación de este trabajo.

A mi papá Eduardo Gordillo Calderón, mi mamá Mercedes Robles Ruiz y a mi hermana Adriana Gordillo Robles por estar siempre a mi lado y alentarme a seguir adelante.

A mis amigos Dante, Karen y Sandra por apoyarme y motivarme a seguir.

A Mi alma Mater

Al Químico Oscar Noé Reboloso Padilla, por brindarme los materiales, información y recursos necesarios para la realización del presente trabajo.

Resumen.

El objetivo de este trabajo fue la determinación y la correlación entre pH final y peso de la canal, de igual manera si el sexo del animal, (que en este caso se usaron canales de bovino), es un factor que pueda determinar o pueda condicionar el pH de la carne. Para este trabajo se midió el pH en las canales de 236 animales sacrificados en el rastro TIF 377" Procesadora de Saltillo", todos menores de 24 meses y provenientes de diversos centros de engorda de la región. Además, se colectaron datos como el sexo, el peso vivo y de la canal, y la temperatura de la canal al momento y a las 24 horas del sacrificio. Una vez obtenidos estos datos se hizo un análisis del coeficiente de correlación por medio de la función del mismo nombre del programa Excel. El trabajo consistió en medir el pH en el músculo Bíceps femoris () del lado derecho de la canal de bovinos al momento del sacrificio y a las 24 horas de este para obtener la curva de descenso y con eso determinar si la carne de dicho animal entraría en los estándares de calidad normal o presentaría los defectos PSE o DFD (*siglas en inglés de Dry: seca, Firm: dura/fibrosa, Dark: oscura y para PSE siglas en inglés de Palid: pálida, Soft: blanda, Exudative: exudativa*) (Emma Serrano, 2012). Se utiliza la medición del pH como indicador de la calidad de la carne ya que este valor está ligado a la acidificación del músculo en su proceso de conversión a carne lo que a su vez influye en la coloración final del corte y a su capacidad de retención de agua, características muy importantes para la clasificación de la carne en PSE, normal o DFD.

Contenido

I.	Introducción	1
1.1	Objetivo general.	2
1.1.2	Objetivos particulares.....	2
1.2	Justificación.	2
II.	Revisión de bibliografía.	3
2.1	Concepto de carne.	3
2.2	Conversión de músculo a carne.....	3
2.3	Bioquímica y composición de la carne.....	4
2.3.1	Estructura:	4
2.3.1.1	Agua	4
2.3.1.2	Proteínas	4
2.3.1.3	Proteínas sarcoplásmicas	5
2.3.1.4	Proteínas del tejido conectivo.....	6
2.4	Grasas.....	8
2.5	Carbohidratos.....	9
2.6	Determinación del pH como medio auxiliar de diagnóstico en la inspección de carnes.	11
2.6.1	Homeostasis.....	12
2.6.2	Carne DFD	13
2.6.3	Carne PSE.....	13
2.6.4	Influencia del estrés prefaenado en la calidad de las carnes.	14
2.6.5	Factores de estrés asociadas al prefaenado	15
2.6.6	Conjunto de factores desencadenantes del estrés prefaenado y generadores de afectaciones biológicas y económicas.	15
2.6.6.1	Hambre, sed y fatiga:	15
2.6.6.2	Carga, descarga y transporte del ganado:	16
III.	Materiales y Métodos	17
3.1	Animales utilizados.....	17
3.2	Materiales	17
	Procedimiento.....	18
IV.	Resultados y discusión.....	20
V.	Conclusiones	29
VI.	Bibliografía.....	30

Índice de cuadros

Cuadro 1 Distribución de proteínas en el tejido muscular	7
Cuadro 2 Análisis químico aproximado de la mayoría de las carnes.	10
Cuadro 3 Parámetros obtenidos de la valoración de las canales antes y después de la refrigeración.....	20
Cuadro 4 Valores promedio de los parámetros validados en las canales.	27

Índice de figuras

Figura 1 Esquema de conversión del músculo a carne. (Santis, 2024).....	3
<i>Figura 2 Localización de algunos músculos importantes en una</i>	18
Figura 3 Diagrama de flujo correspondiente al proceso que tienen que pasar los animales desde su llegada hasta el traslado del canal al cuarto frío.....	19

I. Introducción

Es de todos conocida la variabilidad en cuanto a la calidad de la carne de res en el país. Con el presente trabajo se pretende ofrecer una alternativa práctica para la determinación de esta en los distintos rastros y mataderos y conseguir así estandarizar la calidad de la carne lo que resultaría benéfico tanto para el productor como para el consumidor.

El trabajo consistió en medir el pH en el músculo *Bíceps femoris* del lado derecho de la canal de bovinos al momento del sacrificio y a las 24 horas de este para obtener la curva de descenso y con eso determinar si la carne de dicho animal entraría en los estándares de calidad normal o presentaría los defectos PSE o DFD.

Se utiliza la medición del pH como indicador de la calidad de la carne ya que este valor está ligado a la acidificación del músculo en su proceso de conversión a carne lo que a su vez influye en la coloración final del corte y a su capacidad de retención de agua, características muy importantes para la clasificación de la carne en PSE, normal o DFD.

Para este trabajo se midió el pH en las canales de 236 animales sacrificados en el rastro TIF 377" Procesadora de Saltillo", todos menores de 24 meses y provenientes de diversos centros de engorda de la región. Además, se colectaron datos como el sexo, el peso vivo y de la canal, y la temperatura de la canal al momento y a las 24 horas del sacrificio. Una vez obtenidos estos datos se hizo un análisis del coeficiente de correlación por medio de la función del mismo nombre del programa Excel.

1.1 Objetivo general.

Evaluar la calidad de canales de res a través de la medición de diversos parámetros después del sacrificio.

1.1.2 Objetivos particulares.

1. Obtener el peso vivo previo al sacrificio del animal.
2. Obtener el peso de la canal.
3. Obtener los valores de temperatura de la canal recién sacrificado y 24 hrs después.
4. Obtener los valores de pH en caliente y en frío (24 hrs después).

1.2 Justificación.

Este trabajo de investigación busca establecer la correlación entre diferentes parámetros obtenidos antes y después del sacrificio de los animales con la calidad de la canal obtenida.

El estudio no se enfoca en parámetros que son resultado de la alimentación y manejo de los animales.

Por lo anterior, se pretende establecer el efecto del manejo previo al sacrificio y durante este en la calidad de la carne obtenida.

II. Revisión de bibliografía.

2.1 Concepto de carne.

Se entiende por carne a la parte muscular comestible de los animales de abasto sacrificados y faenados en condiciones higiénicas. Se incluyen las porciones de grasa, hueso, cartílago, piel, tendones, aponeurosis, nervios y vasos linfáticos y sanguíneos que normalmente acompañan al tejido muscular y que no se separan de él en los procesos de manipulación, preparación y transformación (Horcada, 2010).

2.2 Conversión de músculo a carne.

Fundamentalmente la carne está constituida por la parte muscular de los animales de abasto. Después del sacrificio de los animales, la porción muscular (constituida mayormente por fibras musculares, colágeno y grasa) sufre una serie de cambios que conducen a la transformación del músculo en carne. Estos cambios tienen una secuencia en el tiempo, iniciándose primeramente el período denominado rigor mortis que se caracteriza por una contracción muscular mantenida. Esta fase comienza, dependiendo de la especie animal, entre las 6 y 24 horas después del sacrificio de los animales y tiene una duración, también variable, dependiendo de la especie. En la producción de carne interesa que la desaparición natural (resolución) de la fase de rigor mortis sea lo más temprana posible dando paso a la siguiente fase denominada “maduración “. Una regla “científico-popular” dice que “el rigor mortis desaparece antes cuanto antes se haya instaurado en la canal”. Durante la maduración de la carne se desarrollan sus particulares características organolépticas. En esta fase, ocurren determinados procesos físicoquímicos que hacen que la estructura muscular contraída se relaje y adquiera la textura propia de la carne. Además, se constituyen los elementos moleculares básicos que determinan los aromas y sabores específicos, a la vez que se mejora la capacidad de las proteínas musculares para retener el agua constitutiva. Todo este proceso tiene una duración variable dependiendo de la especie animal, de la edad, del individuo, del sexo, de las medidas adoptadas durante el sacrificio de los animales y de los métodos de conservación de las canales durante la refrigeración (Horcada, 2010).

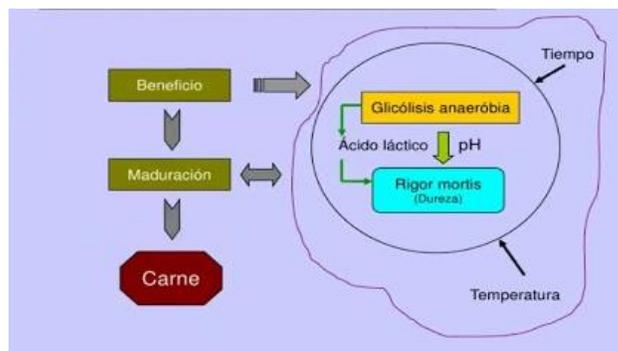


Figura 1 Esquema de conversión del músculo a carne. (Santis, 2024)

2.3 Bioquímica y composición de la carne

2.3.1 Estructura:

El tejido muscular de la carne de mamíferos está formado por células gigantes, denominadas fibras que miden desde 1 mm hasta varios cm de largo, las cuales se mantienen unidas y envueltas por una membrana de tejido conjuntivo, llamada sarcolema o estroma. Dentro de las fibras y bañándose en el líquido o sarcoplasma que las llena se encuentran numerosas miofibrillas de sólo 1 micrómetro (milésimo de mm) de diámetro y que constituye el sistema contráctil de los músculos (Schmidt-Hebbel, 1984).

2.3.1.1 Agua

La cantidad varía dependiendo de la especie, la edad, sexo y zona anatómica del tejido. La variación de la cantidad de agua está directamente relacionada con la variación de la cantidad de grasa (lo mismo pasa en todos los alimentos). La cantidad de agua en la carne oscila entre 60 y el 80 % y está relacionada con la jugosidad y otros atributos sensoriales como la textura el color o la dureza de la carne.

2.3.1.2 Proteínas

Proteínas miofibrilares:

Van a suponer hasta el 65-75 % del total de las proteínas del músculo. Las más importantes van a ser la actina (principal componente de los filamentos delgados) y la miosina (principal componente de los elementos gruesos). La forma en la que nos las vamos a encontrar en la carne es en forma de actino-miosina.

Miosina:

Supone el 50 % aproximadamente de las proteínas miofibrilares. la molécula está compuesta por dos cadenas pesadas (meromiosina) y cuatro cadenas ligeras. Las dos cadenas pesadas se forman la estructura fibrilar, mientras que las cadenas ligeras forma en la cabeza y tienen estructura globular. Las cadenas ligeras tienen un centro activo ATPasa. Las cabezas son las que se van a unir y separar rápidamente a la actina. El punto isoeléctrico de la miosina es de 5,3.

Actina:

Es la parte fundamental de los filamentos delgados, es una proteína globular (tiene mucha prolina) que se denomina actina G. es capaz de polimerizarlos para formar filamentos que se denominan actina F.2, filamentos de actina F enrollados es la base de los filamentos delgados. Supone el 25 % de las proteínas miofibrilares y su punto isoeléctrico está en torno a 4,7 (es el punto de pH en el que la proteína presenta carga neutra lo cual es muy importante en cuanto a la capacidad de retención de agua de la carne).

Tropomiosina:

Supone entre el 8 y el 12 % de las proteínas miofibrilares. tiene estructura fibrilar (poca prolina) y forma parte del filamento delegado descansando sobre la actina y de vez en cuando uniéndose a ella.

Troponina:

Está presente en un bajo porcentaje, es globular y se encuentra en los filamentos delgados a la altura de la unión de la tropomiosina con la actina. Está implicada en procesos de regulación de la contracción muscular.

Proteína C:

Se encuentra en un 2 % y al igual que otras muchas proteínas de alto peso molecular tienen una función estructural.

2.3.1.3 Proteínas sarcoplásmicas

Suponen alrededor del 30-35 % del total de proteínas, se encuentran en el citoplasma de la fibra muscular. La más importante desde el punto de vista bromatológico es la mioglobina que según sea su estado así será el color de la carne. La mioglobina que es una heteroproteína ya que está constituida de una parte proteica (globina) y una parte no proteica (grupo hemo). La globina está formada por segmentos de alfa hélices dobladas en ocho segmentos. Dentro de la globina encontramos el grupo hemo que es una protoporfirina (4 anillos pirrólicos con un átomo de hierro en el centro). La estabilización del grupo hemo dentro de la molécula se hace por enlaces salinos, puentes de hidrógeno e interacciones hidrofóbicas. La cantidad de mioglobina de la carne dependerá de distintos factores:

Factores intrínsecos:

Según la especie presentará más mioglobina la carne de vacuno seguida de la de ovino, cerdo y en menor cantidad la carne de ave. En función de la fibra muscular predominante en el corte, cuanta más fibra roja haya más mioglobina existirá. Otro factor será la edad ya que los jóvenes tienen menos mioglobina que los adultos.

Factores extrínsecos:

Depende de la selección genética del animal, así como de la alimentación que debe ser abundante en hierro para tener mayor cantidad de mioglobina.

La hemoglobina es un tetrámero de la molécula de mioglobina y se encuentran en los capilares sanguíneos de la carne, por lo que se encuentra en forma residual.

Otras proteínas presentes en el citoplasma son enzimas muy importantes en el metabolismo, pero no desde el punto de vista bromatológico. Si son importantes enzimas como las catepsinas o las calpaínas que están implicadas en procesos bioquímicos y fisiológicos como el proceso de transformación del músculo en carne, ablandándola por roturas de los sarcómeros.

2.3.1.4 Proteínas del tejido conectivo

Se conocen también como proteínas del estroma que en la carne van a estar formando las envolturas del tejido muscular (perimisio, endomisio y epimisio). La principal es el colágeno, este es una de las proteínas más abundante del organismo ya que se encuentra en muchos otros sitios también. El colágeno es una glicoproteína que presenta restos de hidratos de carbono (glucosa y galactosa) que es muy rica en glicina (el aminoácido más pequeño) presentando de manera secuencial prolina e histidina. Esto hace que presenten estriaciones y lógicamente, para mantener la estructura, existen enlaces intermoleculares. Existe más cantidad de enlaces cuanto más adulto es el animal y estos enlaces son los responsables de la solubilidad y la digestibilidad de la carne. Cuantos más enlaces existen, más insoluble e indigesta es la carne. Cuando es calentado, se rompen los enlaces y es digerible.

Hidroxirolina:

Es exclusiva del colágeno, y además se presenta en un porcentaje constante que oscila entre 13-14 % del total de aminoácidos del colágeno. Esto hace a este aminoácido ideal para ver el índice de colágeno que presentan las carnes y los productos cárnicos.

Elastina:

Se encuentra en el tejido conectivo principalmente el de ligamentos, vasos linfáticos y arterias. Es una proteína con un alto porcentaje en glicina. No presenta hidroxiprolina. Va a presentar un aminoácido casi exclusivo que es la desmosina e isodesmosina. La desmosina está formada por cuatro lisinas que proceden de distintas cadenas de aminoácidos y hace que la elastina no sea digestible. La cantidad de elastina que existe en la carne es mucho menor que la de colágeno y además presenta un color amarillo.

Reticulina:

Envuelven vasos linfáticos, se encuentra en porcentajes muy bajos por lo que no es importante desde el punto de vista bromatológico (Schweigert, 2007).

Cuadro 1 Distribución de proteínas en el tejido muscular

TIPO DE PROTEÍNA	BASE HÚMEDA	BASE SECA
Contráctiles o miofibrilares		
Miosina	5.0	25.0
Actina	2.5	12.5
Tropomiosina	0.8	4.0
Troponina	0.8	4.0
Actinina	0.3	1.5
Otras	0.6	3.0
Total	10	50
Sarcoplásmicas o solubles		
Enzimas	6.0	30.0
Mioglobina	0.6	3.0
Otras	0.4	2.0
Total	7.0	35.0
Del Estroma o insolubles		
Colágenas	1.5	7.5
Elastinas	0.1	0.5
Otras	1.4	7.0
Total	3.0	15.0

2.4 Grasas.

El contenido en la carne va a ser muy variable siendo el parámetro que más varía. Tal cantidad de grasa va a depender de la relación grasa-agua. Todo lo que hay en el agua, proteínas, sales etc. variará si aumenta o disminuye la cantidad de grasa.

Esta grasa se va a acumular en cuatro depósitos:

- Cavidad corporal: cavidad torácica, abdominal y pélvica.
- Zona subcutánea.
- Localización intramuscular
- Localización intermuscular.

La grasa de estos depósitos va a ser una grasa neutra. Formada por triglicéridos principalmente. Además, también hay diacilglicéridos y monoacilglicéridos. Los triglicéridos son moléculas de glicina unidas por enlaces ésteres a tres ácidos grasos. También habrá colesterol y ésteres de colesterol.

Dependiendo de la especie el porcentaje de grasa variará siendo en el cordero de un 6,6 % y en el cerdo de un 5.25 %. El porcentaje de grasa en la vaca, pollo, conejo, pavo está entre 2-3,2 %.

La cantidad de lípidos neutros será de 6.1 % del cordero y del 4.9 % en el cerdo. En la vaca, pollo, conejo y pavo es inferior al 3 %.

Los lípidos polares van a ser los fosfolípidos que se encuentran en un porcentaje bajo pero constante en la carne, donde tienen función estructural al constituir las membranas celulares. Los más importantes van a ser fosfatidil-etanolamina, fosfatidil-serina y fosfatidil-colina.

La grasa que nos va a interesar desde el punto de vista bromatológico va a ser la intramuscular e intermuscular.

Los ácidos grasos de la grasa de la carne son normalmente ácidos grasos pares (entre 4 y 24 átomos de carbono) aunque también hay impares. Pueden ser saturados como el palmítico (C16:0), esteárico (C18:0) y mirístico (C14:0). También puede haber monoinsaturados como el oleico (C18:1) y el palmitoleico (16:1). En menor medida habrá ácidos grasos poliinsaturados como el linoleico (C18:2), linolénico (C18:3) y araquidónico (C20:4). Estos últimos son más abundantes en la carne de ave. Todos son ácidos grasos lineales, raramente se encuentran ácidos grasos ramificados y en estos casos serán fosfolípidos no triglicéridos. Los dobles enlaces tendrán conformación cis, aunque algunos procesos tecnológicos producen isomería trans que no se sabe si suponen un problema fisiológico.

Factores que influyen en la cantidad y composición de la grasa.

El principal factor es el tipo de especie. Dentro de ella influirá la raza, la edad y el sexo. Mayor cantidad de grasa habrá en las hembras y al castrar a los machos se consiguen que tengan más grasa. Dentro de los factores extrínsecos influye la alimentación. En los monogástricos como el cerdo, dependiendo de la cantidad de grasa que consuma esa será la que va a tener ya que no la transforma en su estómago. Sin embargo, en los rumiantes, la grasa se satura en el estómago, por ello va a ser una grasa más saturada que la de los cerdos o de las aves (García, 2005).

2.5 Carbohidratos.

La cantidad apenas llega al 1 % en la carne siendo el más importante el glucógeno. El glucógeno es un polímero de alfa-D-glucosa con enlaces (alfa1-4) y (alfa 1-6). Es la fuente de energía del músculo siendo parte del glucógeno consumido en el rigor mortis. Factores de los que depende la cantidad de glucógeno:

Factores intrínsecos: Los equinos tienen más glucógeno que los cerdos y éstos más que los ovinos. La fibra blanca tiene más glucógeno y los animales jóvenes tienen más cantidad de este.

Factores extrínsecos: Dependerá de si la alimentación es rica en carbohidratos o no lo es.

Otros componentes.

Nitrógeno no proteico:

Encontramos aminoácidos libres en bajas proporciones que van a estar relacionados con la composición de aminoácidos de las proteínas. Encontraremos además un aminoácido como la taurina que no forma parte de las proteínas y que da lugar a los ácidos biliares. También encontraremos dipéptidos y tripéptidos (péptidos sencillos) como la carnosina y la anserina que son reguladores del pH. Las aminas procedentes de la descarboxilación de los aminoácidos se encuentran en una proporción muy baja, pero tienen cierta importancia en los productos cárnicos donde están implicados los microorganismos que aumentan la cantidad de aminas como la histamina y la tiamina que tienen actividad biológica y producen una respuesta alérgica.

Creatina y creatinina son compuestos guanidínicos característicos del músculo. Se usan como indicadores de extractos de carne y su función es la de reservorios de energía almacenando fosfato en forma de creatin-fosfato.

Nucleótidos:

El más importante es el ATP cuya concentración en el músculo es relevante, pero en su transformación a carne se pierde. Cuando se agota el ATP se finaliza el rigor mortis.

Vitaminas:

Las más importantes son las del grupo B (tiamina, riboflavina, piridoxina, niacina). La carne de cerdo es rica en tiamina, la de pollo es rica en niacina y B6 y la de vacuno es rica en B6 y B12. Las demás vitaminas encuentran en cantidades muy pequeñas.

Minerales:

La carne es un alimento muy bueno de cara al aporte de minerales. En ella encontraremos zinc, hierro, cobre, fósforo, potasio, magnesio y selenio.

Cuadro 2 Análisis químico aproximado de la mayoría de las carnes.

Componentes	Cantidad
Agua	70.0
Proteínas	20.0
Grasa	6.0
Sustancias inorgánicas no proteínicas	1.5
Hidratos de carbono y sustancias no nitrogenadas	1.5
Sales inorgánicas	0.7

2.6 Determinación del pH como medio auxiliar de diagnóstico en la inspección de carnes.

En el animal vivo pueden actuar numerosos factores endógenos y exógenos en virtud de los cuales la carne puede perder en mayor o menor grado las propiedades deseadas por el consumidor en lo referente a color, consistencia, olor y sabor. Así mismo, desde el momento del sacrificio hasta el de consumo la carne experimenta de manera continua una serie de procesos bioquímicos de desarrollo espontáneo, a la vez que sufre la acción de influencias exteriores, como consecuencia de todo lo cual se producen modificaciones de la canal. Estos procesos e influencias pueden ser causas de “defectos sustanciales”, disminuyendo notablemente el valor nutritivo y culinario de la carne, o bien ser tan intensos que hagan a la carne no apta para consumo humano. Estas alteraciones deben esperarse especialmente en los animales sacrificados de urgencia y estando enfermos.

En el músculo vivo y en la carne de animales recién sacrificados el pH oscila entre 7.0 y 7.6 producida la muerte, se producen una serie de procesos enzimáticos regresivos de naturaleza anaerobia. Entre otros fenómenos, genera CO₂ a partir de las combustiones oxidativas que todavía se desarrollan durante algún tiempo en las células corporales y también ácido láctico como consecuencia del desdoblamiento del glucógeno en los músculos. Debido a la falta de oxígeno disponible, deja de producirse la resíntesis del glucógeno que registra el animal vivo. Por ello el pH desciende en unas 24 horas desde la zona neutra hasta la zona ácida. De esta manera lo que influye es el pH influye y no la totalidad de ácido láctico.

Existen una serie de procesos fisiológicos y bioquímicos que se producen luego del sangrado del animal, produciéndose un descenso rápido de la cantidad de oxígeno presente en el torrente sanguíneo. Solo luego de la muerte biológica de los músculos comienzan en la carne los procesos post mortem propiamente dichos. Los músculos ya no pueden obtener energía a través de la respiración (vía aeróbica), y prosigue sin él (vía anaeróbica). Esta energía está marcada por el proceso de degradación y resíntesis de ATP, a diferencia de lo que sucede en la fosforilación oxidativa, en la cual a partir del ácido pirúvico, se produce ácido láctico, que no puede ser transformado, este ácido láctico se acumula progresivamente en el músculo en una cantidad que depende de las reservas de glucógeno, hasta que su producción se interrumpe, bien sea por el agotamiento del glucógeno, o porque el descenso del pH alcanza valores que inhiben las reacciones enzimáticas.

La actividad de las enzimas depende sobremanera no solo del pH sino también de la temperatura y de la cantidad de agua. Antes del sacrificio el pH normal del músculo está alrededor de 7.0 y luego del sangrado se produce un descenso gradual que, en refrigeración, alcanza un valor crítico de 5.4. Este valor se alcanza generalmente a las 24 horas en el músculo del bovino, y se conoce con pH_F, para diferenciar el que se forma a las 3 horas post mortem en cuyo caso se llama pH_i.

Como las enzimas glucolíticas son temperatura – dependientes, se puede aumentar el tiempo necesario para alcanzar un valor promedio de 5.4.

La velocidad del descenso del pH después de la muerte del animal constituye uno de los factores cruciales de la transformación del músculo en carne, como en la importancia de la calidad futura de los productos preparados a partir de ella. El pH del músculo medido las 24 horas post mortem es otro factor que influye sobre varios aspectos de la calidad de la carne, como por ejemplo su capacidad de retención de agua, así como en las propiedades organolépticas de aroma, sabor, madurez, succulencia y color.

Además de la inhibición del crecimiento microbiano, cuando el pH llega a un valor menor de 6.0 durante la primera hora después de la muerte y la temperatura del músculo es alta, próxima a los 35°C, esta carne es potencialmente PSE, que proporciona una coloración pálida con intensa exudación, esta anomalía es común en carne de cerdos.

Si todavía el pH disminuye poco después de recorrida las primeras horas de muerte con valor encima de 6.0 completadas las 24 horas post mortem, indica una carne DFD (de dark, firm, dry) caracterizado por una elevada retención de agua y una coloración oscura y seca.

Estos dos tipos o aspectos son indeseables al consumidor y esas propiedades sensoriales son desagradables. Los valores de pH en la carne pueden sufrir alteraciones a través del uso de drogas o por condiciones de stress pre sacrificio que son sometidos los animales (Arquiñigo, 2003).

2.6.1 Homeostasis

En los seres vivos todos los órganos y sistemas corporales colaboran al mantenimiento de un ambiente interno en el que cada uno pueda desempeñar su función eficientemente. La mayoría de los órganos corporales, incluido el músculo, funcionan eficientemente dentro de un rango estrecho de funciones fisiológicas: como son: pH, temperatura, concentración de oxígeno y aporte de energía.

La conservación de un ambiente interno fisiológicamente equilibrado se denomina homeostasis. Consiste en un sistema de controles y equilibrios que proporciona al organismo medios para enfrentarse a los agentes estresantes que tienden a deteriorar el ambiente interno. La regulación homeostática, proporciona al organismo la capacidad de sobrevivir bajo condiciones muy diferentes, y en 22 ocasiones adversas, entre las que pueden incluirse grandes variaciones de temperatura, escasez de oxígeno y traumas.

La homeostasis tiene un enorme interés durante la conversión del músculo en carne por dos grandes razones:

- 1) Muchas de las reacciones y cambios que tienen lugar durante esta conversión son consecuencia directa de la homeostasia (intentos de conservar la vida)
- 2) Las condiciones del periodo inmediatamente anterior al sacrificio pueden modificar los cambios musculares postmortales y afectar la calidad de la carne. Dentro de estas condiciones se pueden citar el transporte de los animales al matadero, el aturdimiento o inmovilización previo al sacrificio y el manejo durante las fases de mercadeo (Arquiñigo, 2003).

2.6.2 Carne DFD

Carne DFD: Las carnes DFD son carnes en las que no se produce una bajada suficiente del pH y 24 horas después de la muerte (cuando se considera que se alcanza el pH final) los valores de pH se sitúan por encima de 6.

La carne DFD se presenta en animales que llegan al sacrificio con sus reservas de glucógeno muy mermadas. Las principales causas de esta merma en las reservas de glucógeno son largos periodos sin alimento y situaciones de estrés de duración relativamente larga antes del sacrificio (Emma Serrano, 2012).

2.6.3 Carne PSE

La carne PSE es un defecto mayor de calidad asociada con una tasa rápida de glicólisis post-mortem, la cual se caracteriza por una alta tasa de acidificación en la primera hora luego del sacrificio. El decrecimiento del pH combinado con la alta temperatura muscular causa desnaturalización de la proteína excediendo lo observado en el músculo normal conduciendo a la producción de carne PSE. Debido a esta desnaturalización de la proteína, existe un incremento en la pérdida de agua y palidez razón por la cual la carne PSE es considerada por los consumidores como de inferior calidad, además de tener menor valor para procesos industriales por su pobre habilidad para ligar (Wilson E. Castrillón & Restrepo., 2005).

2.6.4 Influencia del estrés prefaenado en la calidad de las carnes.

Cuando un animal muere, el músculo experimenta cambios físicos a nivel estructural y bioquímico debido a una reducción en el flujo sanguíneo por lo que la captación de oxígeno por parte de la mioglobina hacia la mitocondria se detiene. A partir de ese momento se generan una serie de adaptaciones enzimáticas con el fin de obtener energía a través del glucógeno almacenado mediante la vía metabólica de la glucólisis anaeróbica, donde se producen algunas moléculas de ATP, dióxido de carbono y ácido láctico.

La incapacidad del músculo para eliminar estos metabolitos lleva a la acumulación de ácido láctico y la caída gradual del pH que combinado con una alta temperatura conduce a la inactivación de las enzimas glucolíticas, de esta manera favorece la degradación de proteínas sarcoplásmicas y miofibrilares, este proceso es necesario para el desarrollo del color y la terneza de la carne. Cuando estas condiciones se vuelven extremas se generan exudados por la reducida capacidad del músculo para la retención de agua y la alta permeabilidad de las células perdiendo así la característica de jugosidad, además, se acelera el inicio del rigor mortis.

El rigor mortis comienza cuando el pH final del músculo alcanza un valor de 5.9 y cesa toda la actividad energética y celular. En esta fase, se forman puentes cruzados entre los filamentos de actina y miosina que son incapaces de romperse por la ausencia de ATP, manteniendo un estado permanente de contracción y de acortamiento de las fibras musculares. Por razones prácticas, el rigor mortis es utilizado como parámetro para inferir la calidad final de la carne, siendo estudiados con profundidad los factores que la afectan. En este contexto se conoce que el tipo de fibra muscular, especie animal, tasa de glucólisis, temperatura, pH y actividad física antemortem son elementos que modifican el tiempo y mantenimiento de este proceso y afectan las características de la carne.

Si la concentración de glucógeno en el músculo es adecuada al momento del sacrificio, la conversión del músculo a carne será normal, en caso contrario, los cambios bruscos en el pH una vez resuelto el proceso de rigor mortis producen defectos en la calidad de la carne postmortem, por lo que a nivel comercial la medición del pH final se considera un valor de referencia útil que relaciona las reservas de glucógeno muscular con calidad de la carne cuya causa se debe principalmente a las actividades manejo antemortem del animal.

2.6.5 Factores de estrés asociadas al prefaenado

La calidad e inocuidad de la carne depende en gran medida del bienestar animal antes del sacrificio. En este sentido, se conoce que someterlos a condiciones estresantes además de violar las denominadas “cinco libertades de los animales” que deben cumplirse durante toda su vida productiva; provocan grandes pérdidas económicas por disminución de la cantidad y calidad de la carne. Cabe señalar, que si bien existen una serie de factores estresores los cuales se pueden agrupar de diversas maneras, lo cierto es que actúan de manera aditiva. La incidencia de varios de ellos al mismo tiempo sobre el animal desencadena respuestas de estrés superior, al que pudiera esperarse de actuar de forma independiente.

2.6.6 Conjunto de factores desencadenantes del estrés prefaenado y generadores de afectaciones biológicas y económicas.

2.6.6.1 Hambre, sed y fatiga:

La práctica de retirar el alimento y el agua en los animales que van a ser sacrificados es necesaria para reducir el contenido gastrointestinal y fecal durante el proceso de sacrificio y, por lo tanto, reducir la contaminación de la canal. El inicio del ayuno debe ser en la granja y no horas previas al transporte prefaenado, ya que las evidencias sugieren que los animales pueden lograr un mayor periodo de descanso en los corrales de estabulación al presentarse un menor número de peleas entre lotes, lo cual contribuiría a reducir la presencia de lomos más oscuros y secos.

En el ganado bovino y porcino se considera que un ayuno de 18 a 24 horas es adecuado para mantener una caída lenta del pH de la carne postmortem y una tener una menor prevalencia de carne PSE, además, se busca reducir pérdidas de rendimiento de la canal, de grasa dorsal, y obtener un menor contenido de lactato en el músculo.

2.6.6.2 Carga, descarga y transporte del ganado:

Varios investigadores encontraron en el ganado bovino evidencia de lesiones y hematomas tanto en el cuerpo del animal destinado a sacrificio como en las canales revisadas. Los intentos por reducir los costos y disminuir el número de viajes, con frecuencia conlleva al no cumplimiento de las normas de bienestar animal, lo cual incluye incorrecta carga y descarga de animales, choques o roces frecuentes contra superficies y altas densidades de animales. Las afectaciones provocadas por el manejo forzado de los animales se traducen desde el deterioro físico de los animales (caídas, lesiones cutáneas, fracturas óseas y aplastamientos) antes del sacrificio hasta el deterioro de la canal, pudiendo alcanzar un nivel de 47% las carnes clasificadas como DFD. Sobre este mismo tema, otros investigadores informan alarmantes niveles de pérdidas, los cuales pueden alcanzar hasta un 88% de canales con uno o más hematomas grado 1 o 2 en zonas del animal donde los cortes de la carne son más valiosos (Laura Muñoz Salinas, 2022).

III. Materiales y Métodos

Para este trabajo se midió el pH en las canales de 236 animales sacrificados en el rastro TIF 377” Procesadora de Saltillo”, todos menores de 24 meses y provenientes de diversos centros de engorda de la región. Además, se colectaron datos como el sexo, el peso vivo y de la canal, y la temperatura de la canal al momento y a las 24 horas del sacrificio. Una vez obtenidos estos datos se hizo un análisis del coeficiente de correlación por medio de la función del mismo nombre del programa Excel.

3.1 Animales utilizados

Para el presente trabajo se registraron datos de 236 canales de bovino, 48 machos y 188 hembras todos menores a 24 meses y procedentes de diversos centros de engorda de la región. Los datos recolectados son los siguientes: sexo, peso vivo, peso de la canal, pH y temperatura.

3.2 Materiales

Potenciómetro digital portátil marca Hanna, modelo HI 9024, dotado de un electrodo de inserción, con una resolución de 0.01 unidades de pH además de un termómetro con un rango de 0.0 °C a 100.0 °C y una precisión de 0.1 °C.

Procedimiento

El proceso completo de sacrificio inicia con la llegada de los animales a la planta procesadora, donde se reciben y se colocan en corrales de espera en grupos de animales provenientes del mismo centro de engorda, lo que disminuye el estrés del ganado. El ganado entra a sacrificio al día siguiente de su recepción en la planta, para esto son movidos de su corral de espera hacia el corredor de entrada al rastro, esto se hace sin la utilización de estimulación eléctrica. En el corredor esperan su turno y van entrando uno a uno a la prensa donde por medio de un pistolete de aire comprimido se descabellan para su posterior desangrado por medio de un corte en el cuello. Una vez desangrados se les corta la cabeza, las extremidades anteriores hasta la altura de la rodilla y las extremidades posteriores hasta la altura del corvejón.

Después, se procede a retirar el cuero para posteriormente abrir el vientre del animal y retirar las vísceras, estas se separan, lavan y empaquetan en una bolsa marcada de acuerdo a la identificación del animal. Una vez retiradas las vísceras la canal se corta en dos mitades a lo largo de modo que queden divididas en media izquierda y media derecha, por último, se lavan las medias canales con agua a presión y son llevadas al cuarto frío donde permanecerán hasta el día siguiente. El proceso completo toma alrededor de 5 minutos.

Para el presente trabajo en donde se midió el pH y la temperatura en el músculo *Biceps femoris* (Ilustración 2) en la mitad derecha de cada canal el lugar que tomamos en la línea de sacrificio fue el último, es decir en la entrada del cuarto frío y, posteriormente, las lecturas en frío fueron tomadas a las 24 horas del sacrificio dentro o a la salida del cuarto frío en el mismo punto de la canal en que se tomaron las lecturas en caliente.

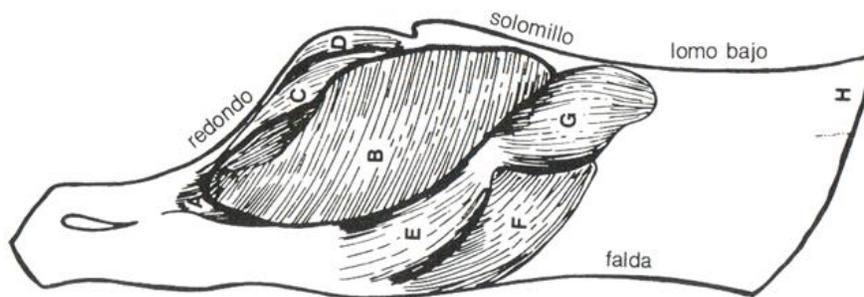


Figura 2 Localización de algunos músculos importantes en una vista lateral de un cuarto posterior limpio de una canal vacuna: (A) Gastrocnemius; (B) Biceps femoris; (C) Semitendinosus; (D) Semimembranosus; (E) Vastus lateralis; (F) Tensor fascia lata; (G) Gluteus medius; (H) Longissimus dorsi.



Figura 3 Diagrama de flujo correspondiente al proceso que tienen que pasar los animales desde su llegada hasta el traslado del canal al cuarto frío.

IV. Resultados y discusión

En el siguiente estudio se registraron los siguientes datos obtenidos en el estudio realizado en el rastro de Saltillo, cada sección de este cuadro muestra los datos correspondientes al sexo del animal, peso vivo, peso de la canal, temperatura en frío y en caliente, pH frío y caliente, así como la diferencia del mismo. (Cuadro 1)

Cuadro 3 Parámetros obtenidos de la valoración de las canales antes y después de la refrigeración.

#	Sexo	Peso vivo	Peso canal	T° caliente	pH caliente	T° frío	pH frío	Diferencia
1	M	441.6	265		6.55		5.79	0.76
2	H	401.3	240.8		6.92		5.74	1.18
3	M	473	283.8		6.63		5.6	1.03
4	M	493	295.8		6.57		5.71	0.86
5	H	477.6	286.6		6.63		5.59	1.04
6	H	463.6	278.2		6.26		5.68	0.58
7	H	496.6	298		6.62		5.62	1
8	H	458	274.8		6.84		5.7	1.14
9	H	429	257.4		6.81		5.75	1.06
10	H	451	270.6		6.72		5.94	0.78
11	M	457.6	274.6		6.53		5.62	0.91
12	H	467.6	280.6		6.51		5.63	0.88
13	H	457	274.2		6.57		5.69	0.88
14	M	500	300		6.44		5.61	0.83
15	H	508	304.8		6.62		5.62	1
16	H	464	278.8		6.5		5.63	0.87
17	M	429	257.4		6.76		5.65	1.11
18	M	398.6	239.2		6.79		5.62	1.17
19	H	405.6	243.4		6.67		5.74	0.93
20	H	460	276		6.61		5.67	0.94
21	H	439.3	263.6		6.64		5.57	1.07
22	M	386	231.6		6.59		5.62	0.97
23	M	416	249.6		6.74		5.68	1.06
24	H	446.6	268		6.87		5.63	1.24
25	M	416.6	250		6.73		5.62	1.11
26	M	449.3	269.6		6.52		5.63	0.89
27	H	492.3	295.4		6.5		5.74	0.76
28	M	440.3	264.2		6.84		5.67	1.17
29	M	404.6	242.8		6.55		5.74	0.81
30	H	430	258		6.6		5.74	0.86

31	H	443.6	266.2		6.88		5.67	1.21
32	M	431	258.6		6.52		5.62	0.9
33	M	425	255		6.73		5.74	0.99
34	H	433.3	260		6.62		5.63	0.99
35	M	463.3	278		6.8		5.68	1.12
36	H	541.6	325		6.39		5.64	0.75
37	H	462	277.2		6.46		5.69	0.77
38	H	385	231		6.64		5.73	0.91
39	H	342	205.2		6.74		5.77	0.97
40	M	364	218.4		6.64		5.73	0.91

#	Sexo	Peso vivo	Peso canal	T° caliente	pH caliente	T° frío	pH frío	Diferencia
41	H	458.6	275.2		6.69		5.8	0.89
42	H	315	189		6.69		5.91	0.78
43	M	409	245.4		6.78		5.69	1.09
44	M	459.3	275.6		6.57		5.7	0.87
45	M	396.6	238		6.75		5.73	1.02
46	H	424.6	254.8		6.52		5.7	0.82
47	M	483	289.8		6.33		5.67	0.66
48	H	433	259.2		6.62		5.73	0.89
49	H	470.3	282.2		6.7		5.84	0.86
50	M	334	200.4		6.61		5.74	0.87
51	M	507	304.2		6.45		5.64	0.81
52	H	523.3	314		6.86		6.17	0.69
53	H	500.3	300.2		6.6		5.6	1
54	M	447	268.2		7.03		5.86	1.17
55	H	437	262.2		6.63		5.83	0.8
56	H	437	262.2		6.63		5.79	0.84
57	H	469.3	281.6		6.68		5.67	1.01
58	M	510	306		6.67		5.85	0.82
59	H	486.3	291.8		6.67		5.62	1.05
60	H	410.6	246.4		6.77		5.95	0.82
61	H	384.6	230.8		6.54		5.73	0.81
62	H	375.3	225.2		7.27		5.98	1.29
63	H	460.6	276.4		6.5		5.85	0.65
64	H	447	268.2		6.67		6.08	0.59
65	H	437	262.2		6.57		5.79	0.78
66	H	387	232.2		6.53		5.86	0.67

67	M	382.6	229.6		6.35		5.7	0.65
68	H	446	267.6		6.56		5.61	0.95
69	H	486	291.6		6.9		5.71	1.19
70	H	484.3	290.6		6.48		5.69	0.79
71	H	554.3	332.6	39.8	6.09	9.5	5.72	0.37
72	H	481	288.6	39.2	6.23	7.9	5.72	0.51
73	H	417.3	250.4	39.6	6.14	9.2	5.75	0.39
74	H	561.3	336.8	39.9	6.04	5.5	5.73	0.31
75	H	473	283.8	39.1	6.46	8.6	5.75	0.71
76	H	509.3	305.6	40.3	6.3	7.7	5.71	0.59
77	H	424	254.4	39.8	6.22	8.3	5.75	0.47
78	H	497.7	298.6	39.7	6.06	10.4	5.78	0.28
79	H	529.7	317.8	39	6.21	10.5	5.78	0.43
80	H	509	305.4	39.5	6.33	7.9	5.74	0.59
81	H	437	262.2	39.1	6.44	5.5	5.88	0.56
82	H	523.7	314.2	39	6.25	5	5.74	0.51
83	H	467.3	280.4	39.2	6.35	7.9	5.76	0.59
84	H	431.7	259	40.2	6.14	8.8	5.76	0.38
85	H	485.3	291.2	39.2	6.47	8	5.87	0.6

#	Sexo	Peso vivo	Peso canal	T° caliente	pH caliente	T° frío	pH frío	Diferencia
86	H	508.3	305	39.6	6.42	7.7	5.86	0.56
87	H	412	247.2	39.8	6.43	5	5.84	0.59
88	H	452	271.2	39.8	6.4	3.5	5.73	0.67
89	H	501.7	301	39.5	6.78	8.8	5.77	1.01
90	H	537	322.2	39.7	6.32	9	5.79	0.53
91	H	494.3	296.6	39.5	6.3	7.5	5.82	0.48
92	H	474.3	284.6	38.3	6.5	6.8	5.8	0.7
93	H	432.3	259.4	39.3	6.47	5.5	5.74	0.73
94	H	438.7	263.2	39.6	6.35	4.9	5.75	0.6
95	H	540.7	324.4	39.2	6.4	8.7	5.83	0.57
96	H	395.3	237.2	40.2	6.24	4.9	5.77	0.47
97	H	462.3	277.4	40	6.24	5.8	5.77	0.47
98	H	472	283.2	39.5	6.41	4.9	5.77	0.64
99	H	488.3	293	39	6.46	5.6	5.79	0.67
100	H	498	298.8	39.7	6.3	4.1	5.78	0.52
101	H	411	246.6	40.1	6.36	4.5	5.73	0.63
102	H	470.3	282.2	39.6	6.44	5.9	5.75	0.69

103	H	442.3	265.4	38.9	6.63	6.2	5.76	0.87
104	H	493.7	296.2	38.7	6.37	7.5	5.84	0.53
105	H	489	293.4	39.2	6.67	8.8	5.81	0.86
106	H	527.3	316.4	39.6	6.45	6.8	5.76	0.69
107	H	561.7	337	38.8	6.44	7.4	5.77	0.67
108	H	510.7	306.4	38.6	6.46	6.9	5.76	0.7
109	H	478.7	287.2	38.7	6.24	6.7	5.85	0.39
110	H	470.7	282.4	40.1	6.17	7	5.81	0.36
111	H	412	247.2	38.9	6.31	5.7	5.82	0.49
112	H	457.3	274.4	39.2	6.67	4.7	5.92	0.75
113	H	475.3	285.2	39.5	6.21	5.9	5.93	0.28
114	H	446.7	268	40	6.85	3.6	5.81	1.04
115	H	551.3	330.8	39	6.35	5.5	5.83	0.52
116	M	427.7	256.6	39.6	6.86	8.9	5.72	1.14
117	M	419	251.4	40.2	6.12	6.8	5.75	0.37
118	M	337	202.2	38.5	6.4	8.2	6.25	0.15
119	M	518.3	311	39.4	6.62	10.5	6.1	0.52
120	M	589	353.4	39.9	6.38	7.9	5.75	0.63
121	M	521	312.6	39.3	6.35	12.5	5.99	0.36
122	M	513	307.8	39.8	6.44	12.9	5.96	0.48
123	M	538	322.8	42.2	6.21	9.4	5.72	0.49
124	M	431.3	258.8	39.9	6.3	8.9	5.7	0.6
125	M	351.7	211	39.1	6.41	6.7	5.71	0.7
126	H	468.3	281	39.4	6.54	9.9	5.76	0.78
127	M	517.7	310.6	39.9	6.49	10.5	5.89	0.6
128	H	444.3	266.6	39.2	6.65	8	5.8	0.85
129	M	572.7	343.6	39	6.35	7.1	5.82	0.53
130	M	475.7	285.4	39.7	6.33	8.2	5.84	0.49

#	Sexo	Peso vivo	Peso canal	T° caliente	PH caliente	T° frío	pH frío	Diferencia
131	M	546.7	328	40.2	6.3	10.1	5.71	0.59
132	M	725.3	435.2	39.8	6.17	11.6	5.69	0.48
133	M	549	329.4	39.5	6.8	10.7	5.75	1.05
134	M	589	353.4	38.6	6.32	11.3	5.77	0.55
135	M	582.3	349.4	39.7	6.19	9.9	5.7	0.49
136	M	369.3	221.6	39.8	6.54	8.6	5.71	0.83
137	M	399	239.4	39.1	6.42	9.1	5.82	0.6
138	M	379.3	227.6	39.4	6.35	8.2	5.8	0.55

139	M	455	273	39.5	6.44	10.6	5.82	0.62
140	H	543.7	326.2	38.9	6.1	8.5	5.82	0.28
141	H	464.3	278.6	39.9	6.16	7	5.85	0.31
142	H	494	296.4	38.7	6.51	7.7	5.5	1.01
143	H	595	357	39	6.32	9	5.25	1.07
144	H	444.3	266.6	39.7	6.45	5	5.63	0.82
145	H	539.3	323.6	38.5	6.39	6.7	6.27	0.12
146	H	479.7	287.8	39.5	6.37	7	6.08	0.29
147	H	485.7	291.4	38.9	6.3	8.3	6.11	0.19
148	H	472.7	283.6	38.7	6.34	8.5	5.93	0.41
149	H	542.7	325.6	37.5	6.52	7.1	6.15	0.37
150	H	526.7	316	39.9	6.3	8.6	6.3	0
151	H	443.7	266.2	39.4	6.35	6.4	6.21	0.14
152	H	508.3	305	39.3	6.51	8.9	6.06	0.45
153	H	569	341.4	39.7	6.47	9.4	5.95	0.52
154	H	476.7	286	39.1	6.39	8.5	6.22	0.17
155	M	433.7	260.2	39.6	6.73	6.8	5.89	0.84
156	H	455	273	39.6	6.44	7.5	5.83	0.61
157	H	451.7	271	39.5	6.38	4.3	5.92	0.46
158	H	480.7	288.4	39.8	6.34	8.5	5.91	0.43
159	H	358.7	215.2	38	6.48	4.7	6.01	0.47
160	H	494	296.4	38.8	6.63	9.3	6	0.63
161	H	496	297.6	40.1	6.65	9.2	6.05	0.6
162	H	502.3	301.4	39.7	6.2	6.2	6.2	0
163	H	509	305.4	38.9	6.43	7.5	5.74	0.69
164	H	540	324	39.1	6.36	7.6	5.98	0.38
165	H	567.3	340.4	40.4	6.35	5	6.22	0.13
166	H	584	350.4	39.8	6.46	8	6	0.46
167	H	537	322.2	39.9	6.4	8.9	5.18	1.22
168	H	538	322.8	40	6.92	7.4	6.1	0.82
169	H	479.3	287.6	40.1	6.55	7.8	5.91	0.64
170	H	577.7	346.6	39.8	6.65	6.6	5.65	1
171	H	539	323.4	39.6	6.45	10.4	6.14	0.31
172	H	532.3	319.4	40.1	6.5	9.8	5.85	0.65
173	H	544.7	326.8	39.7	6.51	10	6.09	0.42
174	H	514.7	308.8	40.3	6.42	9.6	5.66	0.76
175	H	513	307.8	40.3	6.53	8.5	5.88	0.65

#	Sexo	Peso vivo	Peso canal	T° caliente	PH caliente	T° frío	pH frío	Diferencia
176	H	479.7	287.8	40.1	6.25	6.3	5.67	0.58
177	H	506	303.6	39.8	6.73	8.8	5.67	1.06
178	H	505.3	303.2	39.7	6.52	9.5	5.68	0.84
179	H	542	325.2	39.9	6.38	11.3	5.71	0.67
180	H	528.7	317.2	39.9	6.52	11.9	5.61	0.91
181	H	515.3	309.2	40.2	6.33	7.8	6.31	0.02
182	H	545.7	327.4	40	6.46	7.6	6.33	0.13
183	H	534	320.4	40.7	6.48	9.3	5.91	0.57
184	H	502	301.2	40.9	6.58	10	5.93	0.65
185	H	532.3	319.4	39.6	6.53	8.6	6.23	0.3
186	H	541.7	325	40.8	6.86	13.5	6.13	0.73
187	H	512.3	307.4	40.7	6.51	11.6	5.79	0.72
188	H	542.7	325.6	40.1	6.54	11.5	6.05	0.49
189	H	525.7	315.4	39.8	6.55	5.6	6.32	0.23
190	H	525	315	39.7	6.44	9.8	6.07	0.37
191	H	558.3	335	40.2	6.56	11.6	6.05	0.51
192	H	575.3	345.2	40.1	6.45	12.4	6.45	0
193	H	393.3	236	39.9	6.5	7.5	5.43	1.07
194	H	469.3	281.6	39.6	7.19	8.2	5.88	1.31
195	H	471	282.6	38.9	7.07	7	6.77	0.3
196	H	513	307.8	39.8	6.68	8.8	6.68	0
197	H	415.3	249.2	39.9	6.97	8.2	5.75	1.22
198	H	489	293.4	40.5	6.73	6.1	6.62	0.11
199	H	523.7	314.2	40.3	7.05	10.9	6.4	0.65
200	H	431.7	259	39.5	6.92	7.7	6.88	0.04
201	H	438	262.8	40.1	6.3	5.2	5.92	0.38
202	H	414.3	248.6	39.2	6.63	8.2	5.88	0.75
203	H	356.7	214	40.3	6.62	8.3	6.38	0.24
204	H	494.3	296.6	39.7	6.4	5.8	6.3	0.1
205	H	508.7	305.2	39.7	6.48	8.6	6.1	0.38
206	H	485.3	291.2	37	6.51	4.3	6.01	0.5
207	H	462.7	277.6	38.5	6.9	5.3	6.24	0.66
208	H	396.7	238	40.3	6.82	8	6.32	0.5
209	H	414.7	248.8	39.1	6.27	5.6	5.94	0.33
210	H	394.3	236.6	39.3	6.26	4.6	6	0.26
211	H	447	268.2	39.2	6.52	4.5	6.07	0.45
212	H	442.3	265.4	39.1	6.1	9.9	5.62	0.48
213	H	575	345	39	5.83	5.9	5.65	0.18

214	H	438.7	263.2	37.4	6.94	7.4	6.54	0.4
215	H	455.3	273.2	39.1	7.05	8.3	6.45	0.6
216	H	434	260.4	38	7.18	7.9	6.36	0.82
217	H	411.3	246.8	40.1	7.32	6.6	6.11	1.21
218	H	414.7	248.8	40.1	7.33	8.3	6.31	1.02
219	H	456.7	274	38.2	6.52	6.2	5.45	1.07
220	H	446	267.6	38.1	6.84	10.9	6.4	0.44

#	Sexo	Peso vivo	Peso canal	T° caliente	PH caliente	T° frío	pH frío	Diferencia
221	H	446	267.6	38.8	6.91	7.7	6.42	0.49
222	H	537	322.2	38.8	6.86	5.5	5.58	1.28
223	H	443.3	266	38.5	6.95	8.5	6.33	0.62
224	H	379	227.4	38.3	7.34	6.9	6.2	1.14
225	H	537.7	322.6	39.4	6.95	8.9	6.61	0.34
226	H	483.3	290	38.8	7.19	7.3	6.55	0.64
227	H	465	279	39	7.13	9	6.05	1.08
228	H	451.7	271	38.1	6.74	11.7	5.96	0.78
229	H	444	266.4	39.2	6.81	9	5.87	0.94
230	H	449	269.4	39.3	6.8	7.3	6.06	0.74
231	H	461	276.6	38.9	6.78	9.3	5.64	1.14
232	H	434	260.4	39.5	6.75	9.1	5.57	1.18
233	H	432.7	259.6	37.6	6.76	8.3	5.47	1.29
234	H	519.7	311.8	38.8	6.74	9.8	6.55	0.19
235	H	526.3	315.8	39	7.53	8.3	6.48	1.05
236	H	419	251.4	38.9	6.64	6.8	6.18	0.46

Nota: se tomaron los valores de temperatura a partir del segundo día de observación debido a una falla en la calibración del potenciómetro no influyendo esto en la investigación dado que la temperatura solo es una referencia para el valor de pH.

En el cuadro 4 se muestran las diferencias en promedio de cada uno de los parámetros registrados en el cuadro 3.

Cuadro 4 Valores promedio de los parámetros validados en las canales.

Parámetro	Promedio – “Machos”	Promedio – “Hembras”
<i>Peso vivo</i>	460.17	475.62
<i>Peso canal</i>	276.23	285.38
<i>Temperatura caliente</i>	39.64	39.41
<i>Temperatura frío</i>	9.37	7.71
<i>pH Caliente</i>	6.53	6.56
<i>pH Frío</i>	5.75	5.90

De acuerdo con la literatura, (Emma Serrano, 2012), en los datos registrados en el presente trabajo podemos encontrar 47 observaciones que exceden los valores límites de pH para clasificar la carne como DFD lo que nos indica una incidencia de 19.91% del total de canales registradas con este defecto de calidad de carne, mientras que ningún dato excede los valores límites de pH para clasificar la carne como PSE.

Los datos obtenidos en el presente trabajo estuvieron entre los siguientes rangos:

Peso vivo del animal, de 315.0 a 725.3 Kg. con un promedio de 472.5 Kg.

Peso de la canal, de 189.0 a 435.2 Kg. con un promedio de 283.5 Kg.

pH inicial o pH caliente, de 5.83 a 7.53 con un promedio de 6.55.

pH final o pH frío, de 5.18 a 6.88 con un promedio de 5.87.

La totalidad de los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de coeficiente de correlación lineal simple por medio de la función “Coeficiente de correlación” del programa Microsoft Excel para determinar la existencia de la correlación entre el pH inicial y el peso vivo del animal, el pH inicial y el peso de la canal, el pH inicial y el sexo del animal; el pH final y el peso vivo del animal, el pH final y el peso de la canal, y el pH final y el sexo del animal obteniéndose así los siguientes resultados:

$$pHC - PV = -0.27411743$$

$$pHC - PC = -0.27412148$$

$$pHC - SA = -0.0475032$$

$$pHF - PV = 0.06472086$$

$$pHF - PC = 0.06460133$$

$$pHF - SA = -0.23590724$$

Donde:

pHC es el pH inicial o pH caliente,

pHF es el pH final o pH frío,

PV es el peso vivo del animal,

PC es el peso de la canal, y

SA es el sexo del animal, que para este estudio por no ser un valor numérico fue codificado con 1 para el macho y 0 para la hembra.

Como podemos observar en los resultados los coeficientes de correlación son próximos a cero lo que indica una correlación muy pobre entre las variables (peso vivo, peso de la canal y sexo con pH inicial y pH final), es decir son prácticamente independientes.

Las correlaciones más altas observadas fueron las existentes entre el pH inicial y el peso vivo (-0.27411743), el pH inicial y el peso de la canal (-0.27412148) y, el pH final y el sexo (-0.23590724).

El signo negativo de dichas correlaciones nos indica que estas son de tipo inversamente proporcional, es decir que una variable crece cuando la otra decrece y viceversa, en este caso al aumentar el peso vivo o de la canal disminuye el pH inicial, y al “aumentar” el sexo disminuye el pH final. De acuerdo con la codificación establecida el sexo “aumenta” cuando el animal es macho y “disminuye” al ser hembra.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Page y colaboradores (2001) además de los registrados por Tarrant y Sherington (1980) en que no existen diferencias significativas entre el sexo del animal y el pH final, por lo que la calidad de la carne de machos y hembras del mismo rango de edad y sacrificados en igualdad de condiciones no es distinta.

V.Conclusiones

Para la presente investigación podemos concluir que se cumplieron de manera satisfactoria los objetivos planteados:

Se evaluó la calidad de la carne de la región no observándose ningún caso de carne con el defecto PSE (pálida, suave, exudativa) y observando un 19.91% de los casos con el defecto DFD (oscura dura seca), se determinó la correlación entre pH final y peso de la canal encontrando un valor no significativo para dicha relación.

Se determinó también la correlación entre pH final y sexo del animal encontrando del mismo modo un valor no significativo para dicha relación.

De acuerdo con dichos resultados se desecha la hipótesis de trabajo que se había planteado y que dice que el pH final de la canal se ve influenciado solamente por el peso de la canal y no por el sexo del animal y se aprueba la hipótesis nula que dice que el pH final de la canal no se ve influenciado ni por el peso de la canal ni por el sexo del animal.

Dicho todo esto concluimos que no existe influencia del peso o del sexo del animal en la calidad de la carne como producto final.

VI. Bibliografía

- Arquiñigo. (2003). Determinación y evaluación del pH. En G. O. ARQUIÑIGO. Perú.
- Emma Serrano, M. J. (2012). *Manejo pre y post sacrificio: Influencia sobre la calidad de la carne de vacuno*. Cantabria: Imprenta Regional de Cantabria - IMPRE 5-419.
- García, G. L. (2005). *Manual de bioquímica y tecnología de la carne*. Madrid, España.: Editorial A.
- Horcada. (2010). CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE LA CARNE. *Grupo de investigación MERAGEM*, 114.
- Laura Muñoz Salinas, F. J. (2022). *Influencia del estrés prefaenado sobre la calidad de la carne bovina, aviar y porcina*. Bucaramanga, Colombia.: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- Santis, D. L. (30 de Julio de 2024). *¿Cómo ocurre la transformación de músculo a carne?* Obtenido de YouTube:
<https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=tvTta000OY>
- Schmidt-Hebbel, D. H. (1984). *Carne y productos cárnicos su tecnología y análisis*. Santiago de Chile: Universitaria.
- Schweigert, J. P. (2007). *CIENCIA DE LA CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS*. Zaragoza, España.: Editorial Acribia .
- Wilson E. Castrillón, Z. J., & Restrepo., L. F. (2005). *Variables asociadas con la presentación de carne PSE*. Antioquia: Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias.