

UCUENCA

Universidad de Cuenca

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Prevalencia de carnes PSE (pálidas, suaves y exudativas) y DFD (oscuras, firmes y secas) en canales bovinas y porcinas del Centro de Faenamiento del cantón Cuenca

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Médica Veterinaria Zootecnista


Autoras:

Cristina Elizabeth García Torres

Melissa del Rosario Ordoñez Carrión

Director:

Gonzalo Estuardo López Crespo

ORCID:  0000-003-4892-474X

Cuenca, Ecuador

2023-08-02

Resumen

Considerando que la calidad de la carne, ha adquirido más relevancia tanto para productores como consumidores, es importante determinar la presencia de carnes PSE y DFD mismas que son los principales defectos de calidad que afectan a la industria cárnica. Estas reducen la aceptabilidad del consumidor, la vida útil y el rendimiento de la carne; lo que afecta directamente la rentabilidad. La raza, el sexo, la especie, el manejo de los animales antes y después del sacrificio se encuentran entre los principales factores predisponentes que contribuyen a PSE y DFD en carnes; estas condiciones se describen en relación con las características de la carne normal y con el pH en un momento específico después del sacrificio. La condición PSE se encuentra predominantemente en cerdos, mientras que la condición DFD ocurre en todas las especies. El objetivo este estudio fue evaluar la prevalencia de carnes PSE Y DFD en los canales de cerdos y bovinos; para lo cual se midió pH y temperatura a los 45 minutos y 24 horas post mortem de 509 animales que llegaron al Centro de Beneficio de Cuenca (EMURPLAG-EP). Entre las variables que se evaluaron tenemos edad, raza y sexo; siendo las más relevantes la edad y el sexo teniendo como resultado una prevalencia de carnes DFD en bovinos con un 55,00% a los 45 minutos y en porcinos la prevalencia de carnes PSE con un 30,52% a los 45 minutos post mortem y una prevalencia de 20,08% a las 24 horas post mortem. Finalmente, los resultados obtenidos no tienen mayor relación con las variables estudiadas, por lo que se considera que intervienen otros factores extrínsecos como el estrés ante mortem principalmente.

Palabras clave: estrés, prevalencia, carne, pH, temperatura

Abstract

Bearing in mind that meat quality has become more relevant for producers and consumers, it is important to determine the presence of PSE and DFD meat, which are the main quality defects that fail the meat industry. These reduce consumer acceptability, shelf life and meat yield; which directly affects profits. Breed, sex, species, handling of animals before and after slaughter are among the main predisposing factors that contribute to PSE and DFD in meats; these conditions are described in relation to the characteristics of normal meat and to the pH at a specific time after slaughter. The PSE condition is found predominantly in pigs, while the DFD condition occurs in all species. The objective of this study was to evaluate the prevalence of PSE and DFD meats in pig and cattle carcasses; for which pH and temperature samples were taken at 45 minutes and 24 hours post-mortem from 510 animals that arrived at the Cuenca Benefit Center (EMURPLAG-EP). Among the variables that are evaluated we have age, race and sex; the most relevant being age and sex, resulting in a prevalence of DFD meat in cattle with 55.00% at 45 minutes and in pigs the prevalence of PSE meats with 30.52% at 45 minutes post mortem and a prevalence of 20.08% at 24 hours post mortem. Finally, the results obtained are not closely related to the variables studied, so it is considered that other extrinsic factors such as antemortem stress are mainly involved.

Keywords: stress, prevalence, pH, temperature, meat

Índice de contenido

Introducción	11
Objetivos	12
3.1.1. Factores intrínsecos o dependientes del animal.....	14
3.1.2. Factores extrínsecos o ajenos del animal.....	17
3.2. Características organolépticas de la carne.....	18
3.2.1. Madurez	19
3.2.2. Color	20
3.2.3. Textura de la carne.....	21
4.1. Propiedades físicas y químicas de la carne	22
4.1.1. Capacidad de retención de agua	22
4.1.2. Temperatura de almacenamiento	22
4.1.3. Químicas	23
5.1. Carnes PSE y DFD tipos de carne.....	24
5.1.1. Carnes PSE	24
5.1.2. Carnes DFD.....	24
6. Sanidad	25
8. Descripción de razas.....	27
Materiales	29
Métodos.....	29
Resultados	31
Discusión.....	34
Conclusiones.....	36
Recomendaciones.....	37
Referencias.....	38
Anexos.....	42

Índice de figuras

Figura 1. Porcentaje de humedad y grasa de los músculos de bovinos y porcinos.....	16
Figura 2. Infiltración Grasa relacionado con la madurez de la carne.....	20
Figura 3. Niveles de hemoglobina en ganado bovino.....	21
Figura 4. Cronología dentaria en bovinos.....	26
Figura 5. Cronología dentaria en porcinos	27

Índice de tablas

Tabla I: Prevalencia de condición PSE y DFD en Bovinos.....	32
Tabla II: Prevalencia de condición PSE y DFD en Porcinos.....	32
Tabla III: Correlación de variables independientes y el pH en bovinos.....	33
Tabla IV: Correlación de variables independientes y el pH en porcinos.....	33
Tabla V: Media, desviación estándar y varianza de la temperatura en las canales bovinas	34
Tabla VI: Media, desviación estándar y varianza de la temperatura en las canales porcinas.....	34

Agradecimiento

Nuestro agradecimiento a Dios por prestarnos la vida para poder cumplir nuestro sueño de ser Médica Veterinaria y Zootecnista, a la Universidad de Cuenca por brindarnos la oportunidad de poder estudiar en tan prestigiosa institución, al Dr. Gonzalo López tutor de tesis, Dr. Guido Gavilanes y Dra. Karina Coronel quienes con su paciencia y dedicación nos supieron guiar y brindar su apoyo en este proceso de tesis.

Finalmente agradecer a la empresa EMURPLAG ya que, sin su autorización, no se podría realizar este tema de investigación.

Dedicatoria

Esta tesis la quiero dedicar primeramente a mis padres, ya que sin su apoyo incondicional no lo habría logrado, gracias a su infinita paciencia, los valores que me inculcaron para ser una persona de bien.

A mis hermanos que me ayudaron y apoyaron en los momentos más difíciles, cuando mis pensamientos me impulsaban a rendirme. Por último y no menos importante, quiero dedicar este trabajo a las personas que han aportado en mi vida tanto personal como laboral y profesional, doctora Jennifer Dután por ser una amiga incondicional y una excelente maestra, mi compañera de tesis y mejor amiga Melissa Ordoñez por soportar y acompañarme siempre.

Cristina García.

Dedicatoria

Dedico de manera especial a mis padres, ya que siempre me brindaron su apoyo y me daban ánimos cuando sentía que ya no podía más, gracias por sus sabios consejos. A mis hermanos que con su confianza y amor me han ayudado y acompañado en todo momento de mi carrera.

A mis pequeños y adorados sobrinos Dieguito y Matilda, quienes con su corta edad me han sabido apoyar y sentirse orgullosos de lo que me estoy convirtiendo, para así ser un ejemplo para ellos. Como no dedicar este sueño a mis dos ángeles Gaby y Doña Lolita quienes me acompañaron en los momentos más difíciles de la carrera, de todo corazón gracias.

Melissa Ordoñez.

Abreviaturas

PSE: Carne pálida, suave y exudativa por sus siglas en inglés (Pale, Soft, Exudative)

pH: Potencial de hidrógeno

DFD: Carne oscuras, firme y seca por sus siglas en inglés (Dark, Firm, Dry)

Introducción

Al no haber estudios sobre la calidad de la carne que se expende a la comunidad, hemos visto la necesidad de realizar esta investigación lo cual permitirá evidenciar la presencia o no de este tipo de carnes que no son aptas para el consumo humano, debido a la alteración en sus propiedades fisicoquímicas y organolépticas. La selección genética de hoy ha estado destinada prácticamente a evaluar 2 propiedades: rápido crecimiento y alto porcentaje de carne magra en las canales, lo cual dio sitio a un extraordinario aumento de cerdos y bovinos que muestran la condición PSE (pálida, suave y exudativa del inglés pale, soft and exudative), así como carnes con condición DFD (oscuras, secas y firmes); condición que no únicamente perjudica la calidad de la carne, sino que además representa altas pérdidas económicas para la industria cárnica bovina y porcina (COPRISJAL, 2016).

En lo concerniente a la interacción que existe entre el pH y la calidad de la carne, Warriss, (1995), confirma que uno de los cambios más relevantes en la conversión de músculo a carne es su acidificación, en este proceso el pH comúnmente baja de 7.2 a 5.5, veinticuatro horas a partir del sacrificio, además confirma que las características estructurales de la carne dependen del pH. La rapidez y la cantidad de la caída de pH a partir del sacrificio según Denaburski, (2001), es probablemente la causa personal más relevante de la alteración que existe en la calidad cárnica del cerdo, inclusive confirma que la rapidez de la glucólisis es, posiblemente, el componente más relevante que incide en la aparición de la carne PSE.

Según Velazco, (2001), por medio de la utilización del pHmetro (o potenciómetro) a los 45 minutos post mortem se puede establecer la existencia de la condición PSE y DFD; este autor, sugiere que los productores son causantes de la mitad de los casos de aparición de carne PSE y DFD, estando la otra mitad causada por los procesos y métodos antes, durante y después del faenamiento, otros autores como Álvarez & Torre, (2002) integran el sexo, peso, edad, estación del año y sistema de enfriamiento, en lo que Byrem et al., (1999) nos plantea que el estrés y la contaminación del alimento por micotoxinas además es responsable de estas condiciones. Lo anterior sugiere que sólo una correcta sinergia entre éstos eslabones de la cadena, mejorará la calidad de la carne y disminuirá la presentación de la condición PSE y DFD, para lo que se hace primordial en primera instancia entablar su nivel de presentación en las canales de cerdo y bovino (Castrillón H et al., 2005).

Los estudios previos realizados en México, Alemania y España permiten analizar el efecto que tiene la genética, el sexo, crianza del animal y el manejo ante mortem en condiciones de campo. Estas investigaciones tienen que aplicarse a las condiciones de cada país, para reunir información y realizar un manejo adecuado del problema (Castrillón H et al., 2005). La

presente investigación pretende determinar la prevalencia de carnes PSE/DFD, en el centro de faenamiento del cantón Cuenca con el fin de aportar información acerca del pH y temperatura en canales bovinos y porcinos.

Objetivos

Objetivo general

Establecer la prevalencia de las condiciones PSE y DFD en las canales de cerdos y bovinos en el Centro de Faenamiento del Cantón Cuenca.

Objetivos específicos

- Relacionar los indicadores de calidad, como la edad, raza, sexo con la prevalencia de carnes PSE y DFD.
- Determinar la presencia de carnes PSE y DFD en canales de cerdo y bovino mediante mediciones de pH y temperatura a los 45 minutos y a las 24 horas post-mortem.

Revisión de Literatura

1. Producción de la carne

La producción de carne bovina y porcina es alrededor de 200 mil toneladas métricas lo que quiere decir que es autosuficiente para cubrir la demanda de este producto a nivel nacional. (Ministerio de Agricultura y ganadería, 2017)

La producción de carne bovina presenta su mayor proporción en la Costa (considerando las estribaciones de la Sierra), aportando aproximadamente un 65% a la oferta doméstica, mientras que en la Sierra se genera el 15%, del cual gran parte corresponde a ganado lechero de descarte. En cuanto se refiere a calidad de ganado que se sacrifica, se puede afirmar que las reses que llegan a los mataderos de la Sierra, son en su mayoría vacas de descarte procedentes de explotaciones lecheras (criollas y/o mestizas holstein) y toros que pasan los cuatro años de edad.

En cuanto a la producción de carne de cerdo, tiene sus inicios en los años setenta con la formación de grandes empresas cuyo origen está en la región Costa y posteriormente se instala en la Sierra; esta producción tecnificada satisface el 20% del consumo nacional a través de los principales supermercados del país, debiendo indicar que el 80% restante es cubierto por los sistemas de producción semi intensivo y extensivo, de cuya producción se alimenta la población de escasos recursos. (Paola Barrios Martinez, 2020)

2. Beneficios de la carne

Las carnes rojas son un alimento que nos aporta muchos nutrientes si lo consumimos correctamente; es una fuente de vitamina B12; esta vitamina nos ayuda a metabolizar proteínas, a formar glóbulos rojos y a darle mantenimiento al sistema nervioso central. Es rica en zinc, que ayuda a protegernos contra el daño oxidativo, a la cicatrización de la piel y para crear hemoglobina. Aporta hierro, un elemento importante para mantener un adecuado transporte de oxígeno en nuestra sangre. (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2019) Mientras que la carne de cerdo contiene un 18-20% de proteínas de alto valor biológico. Al mismo tiempo, presenta en su composición nutricional importantes dosis de riboflavina y niacina que contribuirán al correcto funcionamiento de nuestro sistema nervioso.

Prácticamente no tiene hidratos de carbono, que se pueden complementar al cocinar. Lleva poco sodio, lo cual es positivo si mantenemos este contenido bajo al cocinar o, sobre todo, en la elaboración de derivados (embutidos). (Paola Barrios Martinez, 2020)

3. Calidad de la carne

La calidad de la carne depende de una combinación de factores, entre los que se incluyen el marmoleo, la cantidad de grasa, el sabor y la textura. La selección de la raza adecuada para la producción de carne es fundamental para obtener un producto de alta calidad (San Román, 2015).

3.1. Factores de calidad

Durante el proceso de la producción de la carne existen una serie de factores que pueden afectar a la calidad de esta. Estos pueden agruparse en dos grandes grupos: factores intrínsecos o dependientes del animal y factores extrínsecos o ajenos al animal. Todos ellos influyen en mayor o menor medida sobre los atributos determinantes de la calidad, como son la composición química de la carne, el pH, el color, la textura y la capacidad de retención de agua (San Román, 2015).

3.1.1. Factores intrínsecos o dependientes del animal

Entre los factores intrínsecos al animal que influyen en las características de la carne se encuentran:

- **Especie**

Según una investigación realizada en 1965 nos muestra que el efecto de las especies sobre la composición muscular es quizás el más fácilmente sobrestimado. Los bajos niveles de mioglobina en el músculo del cerdo corresponden a la apariencia pálida de la carne en estos animales. Las superficies recién cortadas del músculo dorsal ancho (*Latissimus dorsi*) mostró que la tasa de oxidación de mioglobina en el músculo de cerdo era más rápida y lenta que en el músculo de res. El contenido total de nitrógeno del músculo de cerdo y res fue de 3,7 y 3,6%, respectivamente. Sin embargo, los porcentajes medios de toda la masa muscular en cerdos y vacas fueron 3,5 y 3,59% respectivamente. La grasa dorsal intramuscular de cerdos y bovinos sigue teniendo el mismo índice de yodo (Andújar et al., 2003).

- **Raza**

Este factor afecta la composición química y bioquímica de los músculos. En el ganado bovino, existe una distinción entre razas utilizadas principalmente para la producción de lácteos y cárnicos. A los 18 meses de edad, el porcentaje de grasa en el músculo esternocleidomastoideo en las vértebras lumbares, 5 y 6 a menudo era significativamente mayor en el ganado de carne que en las vacas lecheras. Los músculos de los animales

productores de carne altamente alimentados pueden contener hasta un 17% de grasa intramuscular (Andújar et al., 2003).

Se cree que la introducción de la raza Hampshire ha aumentado el número de cerdos que producen grasas extremadamente blandas y altamente insaturadas. Con el aturdimiento eléctrico puede inducir la estimulación a largo plazo de la glucólisis post mortem en cerdos, lo que resulta en una combinación de pH bajo y temperatura alta responsable de la condición PSE. Cuando los cerdos se sacrifican previamente a 45 °C durante 29-60 min, los músculos del dorso se vuelven pálidos y exudativos durante el proceso de glucólisis post-mortem (Andújar et al., 2003).

• **Sexo:**

En general los machos poseen menos grasa intramuscular que las hembras y los individuos castrados de cada uno de los sexos más que los correspondientes animales sexualmente enteros. La porción de grasa del ganado vacuno castrado es más saturada que la grasa de las novillas castrada y tiene un mayor porcentaje de ácido oleico (Bandeira, 2020).

En cerdos, también se observaron grandes diferencias de sexo en la composición química en el contenido de grasa intramuscular, que fue aproximadamente un 30% mayor en los verracos castrados que en las cerdas de la misma edad (Andújar et al., 2003).

El sexo influye sobre el contenido de grasa en la carne, siendo un hecho constatado que las hembras, para la misma edad de sacrificio presentan mayor contenido de grasa que los machos ya que su velocidad de deposición es mayor (Bandeira, 2020).

• **Edad**

Al aumentar la edad aumentan casi todos los parámetros químicos a excepción del agua. La velocidad de aumento de los diversos componentes es, sin embargo, diferente de unos músculos a otros, siendo también diferente el tiempo que tarda cada uno de los componentes en alcanzar el valor final (Zimerman, 2007).

• **Localización anatómica del músculo**

Este factor es el más complejo, ya que como se ha mencionado anteriormente, los músculos se pueden clasificar en “blancos” o “rojos” dependiendo la función de contracción de los mismos. Según un estudio realizado en el año 1948 donde se analizaron 50 músculos en bovinos y porcinos dieron como resultado los datos expuestos en la siguiente tabla.

Figura 1. Porcentaje de humedad y grasa de los músculos de bovinos y porcinos.

Especie	Músculo	% Humedad	% Grasa
Bovinos	L. dorsi (Lumbar)	76,51	0,56
	L. dorsi (torácico)	77,10	0,90
	Psoas mayor	77,34	1,46
	Rectus femoris	78,07	1,49
	Triceps (cabeza lateral)	77,23	0,73
	Flexor digital superficial	78,67	0,40
	Sartorius	77,95	0,58
	Extensor carpi radialis	74,83	0,60
Porcinos	L. dorsi (Lumbar)	76,33	3,36
	L. dorsi (torácico)	76,94	3,26
	Psoas mayor	77,98	1,66
	Rectus femoris	78,46	0,99
	Triceps (cabeza lateral)	78,68	1,84
	Flexor digital superficial	78,87	1,90
	Sartorius	78,71	0,87
	Extensor carpi radialis	79,04	1,39

Adaptado de: (Andújar et al., 2003)

• **Entrenamiento o ejercicio**

El ejercicio puede determinar un aumento en las reservas de glucógeno muscular, lo que por supuesto conduce a un pH final más bajo después de la muerte. Este efecto no debe confundirse con el efecto de fatiga ante-mortem, que determina el agotamiento del glucógeno y conduce al pH terminal alto que se observa en el músculo post mortem (Andújar et al., 2003). La atrofia por inactividad completa siempre se acompaña de una disminución del nitrógeno total y de la proporción de sustrato y proteínas miofibrilares, y de un aumento de la cantidad de proteínas del tejido conjuntivo (Zimerman, 2007).

• **Plano de nutrición**

Cuando los niveles de nutrientes son elevados, aumenta la síntesis de grasas a partir de los hidratos de carbono, por lo que el contenido en yodo es bajo. La grasa intramuscular de los cerdos también es insaturada si la dieta contiene grandes cantidades de ácidos grasos insaturados, lo que no ocurre en los rumiantes porque la hidrogenación tiene lugar en el rumen (Andújar et al., 2003).

En conclusión, las diferencias en las características de la carne entre razas están asociadas al tipo muscular característico de cada una (fibras musculares blancas o rojas) así como a su contenido en grasa. En este sentido, la grasa puede asociarse con la sensación de jugosidad durante la ingestión de carne. En general, la carne procedente de animales de mayor edad presenta una coloración más intensa y un mayor grado de dureza.

3.1.2. Factores extrínsecos o ajenos del animal

Entre los factores extrínsecos al animal, diferentes autores señalan como importantes el efecto de la alimentación de los animales y el estrés ocasionado fundamentalmente durante el transporte de estos al matadero o durante el sacrificio. También las condiciones propias del sistema de producción (sistemas en extensivo o intensificados) pueden afectar a las características de la carne. Las situaciones de estrés previas al sacrificio, fundamentalmente las que se ocasionan durante el transporte de los animales pueden afectar al metabolismo muscular y en consecuencia la calidad de la carne (Bandeira, 2020).

Como resumen podemos decir que los factores que afectan a la calidad de la carne durante el proceso productivo son:

a) Anteriores al sacrificio

- Aptitud productiva

- Susceptibilidad al estrés
- Tipo muscular
- Medio Ambiente
- Manejo
- Sistema de explotación
- Alimentación
- Patologías
- Tratamientos

b) Durante el sacrificio

- Transporte
- Recepción y reposo
- Condiciones higiénicas del matadero
- Desangrado

c) Posteriores al sacrificio

- Enfriamiento de la canal
- Condiciones del T del rigor mortis
- Condiciones en maduración
- Envasado
- Presentación en la venta
- Cocinado

El consumidor suele priorizar criterios sensoriales (color, ternura, sabor y olor) para determinar la calidad del producto. Los productores y la industria cárnica consideran también otros factores tecnológicos (conformación, engrasamiento, pH) que constituyen las bases de las características sensoriales (Bandeira, 2020).

3.2. Características organolépticas de la carne

Los productos cárnicos tienen la posibilidad de cambiar dependiendo de la raza, edad cronológica, ingesta de alimentos y especie de que se trate, y con ello cambia el contenido de proteínas miofibrilares y colágenas que tienen éstos, debido a que podría ser más exuberante entre una especie y otra. Para comprender mejor el término de proteínas de la carne, hay 3

conjuntos del total de estas proteínas, y cada uno hace una funcionalidad específica, tanto organoléptica como útil.

Los rumiantes, como los bovinos, ovinos y caprinos, son animales que trabajan mucho sus cuartos traseros, ya que les sirve de soporte a todo su cuerpo, sobre todo los que se alimentan en las praderas, pues el esfuerzo de ir de un lugar a otro para conseguir su alimento hace trabajar a sus músculos, los cuales son muy demandados por el consumidor, sobre todo cortes como la pulpa redonda y salón (San Román, 2015).

Con respecto al ganado porcino, éstos son más sedentarios, por esa razón la carne tiene más grasa que los bovinos, lo cual no quiere decir que sea dañina; pues, mediante la alimentación del animal con piensos autorizados a base de cereales ricos en ácidos grasos esenciales aporta en el origen de carnes jugosas y magras.

La calidad de la carne abarca 3 factores principales, la madurez, color y textura, los cuales se describen a continuación (San Román, 2015).

3.2.1. Madurez:

Se define como la evaluación de la edad fisiológica del animal, se utiliza junto con otros factores como un indicador de la calidad de las canales; la edad del animal se considera el factor determinante de la madurez de la carne.

Figura 2. Infiltración Grasa relacionado con la madurez de la carne

		INFILTRACIÓN GRASA						
Edad en vivo	Madurez canal	Ligeramente abundante	Moderado	Modesto	Pequeño	Ligero	Trazas	Prácticamente ausente
9-30 meses	A	Prime		Choice		Select		Standard
30-42 meses	B							
42-72 meses	C		Comercial					
72-96 meses	D					Utility		
> 96 meses	E						Cutter	

Ligero y Trazas: Industrialización de la carne.

Ligeramente abundante, modesto y prácticamente ausente: Apto para comercialización y consumo.

Adaptado de: (Savell et al., 2010b)

3.2.2. Color:

En cuanto al color, hay que mencionar la proteína que funciona como pigmento: la mioglobina, la cual corresponde al 80 y 90% del pigmento total del músculo, siendo responsable de mantener el O2 que obtiene de la hemoglobina; el color es una de las características más importantes de la carne, ya que es el primer atributo observado por el consumidor que brinda la decisión de comprarla o no (Savell et al., 2010a).

El color característico de la carne roja se origina de una proteína conjugada con el grupo HEM de la mioglobina, por lo tanto, la cantidad de esta proteína en un corte será el indicador de la apariencia, mayor o menor pigmentación de la misma. Existen otros pigmentos que son indicativos del deterioro de la carne, el color verde puede ser indicativo de una contaminación o putrefacción microbiana (Patiño, 2022).

A continuación, se puede apreciar los niveles de hemoglobina según la edad del ganado.

Figura 3. Niveles de hemoglobina en ganado bovino

Edad	Mioglobina	Color
Ternera lechal (< 3 meses)	2 mg/g músculo	rosa grisáceo
Ternera Joven (3-9 meses)	4 mg/g músculo	rosa grisáceo
Joven (1-2 años)	Aumenta hasta 8 mg/g músculo	rojo ligeramente oscuro
Viejo (> 2 años)	Cantidad más elevada: 18 mg/g músculo	rojo moderadamente oscuro o rojo oscuro

Adaptado de: (Savell et al., 2010a).

Mientras más edad tenga el animal, la mioglobina disminuye su afinidad por el oxígeno, por lo tanto, esta proteína tiende a aumentar como un mecanismo de equilibrio para la transferencia de O₂ al músculo; a consecuencia el color se vuelve oscuro (Savell et al., 2010a).

3.2.3. Textura de la carne

Se define como la asociación de diferentes sensaciones físicas y químicas percibidas durante la masticación y la manipulación de la carne. Esta cualidad es influenciada por las propiedades de las fibras musculares, ésta se conforma por la terneza y jugosidad; las diferencias existentes en la textura se deben un 64% a la terneza y un 19% a la jugosidad (San Román, 2015).

La terneza es el grado de facilidad o la fuerza necesaria para cortar y masticar una porción de carne; esta cualidad está muy relacionada y afectada por todo lo referente a la estructura del músculo: grado de debilitamiento y grosor de la fibra muscular, cantidad de tejido conectivo (muy relacionado con el efecto del colágeno), contracción del músculo, resolución del rigor, cantidad de la grasa intramuscular, tamaño, localización y función del músculo y cantidad del colágeno intramuscular (Hernández, 2018b)

Para saber si una carne será suave o no, es recomendable conocer la especie del animal, pues no es lo mismo una raza de res destinada a la producción de carne como la Angus o la Charolais que una raza que puede ser de doble propósito como la Holstein o Pardo suizo, las cuales su principal propósito es dar leche y después se sacrifican para obtener la carne de abasto (Hernández, 2018b).

Además, es importante la cantidad de grasa intramuscular presente o el llamado marmoleo (veteado); esta característica se puede ver a simple vista como un bloque de mármol en

cortes, principalmente del lomo alto de la res como T-bone o Rib eye, a medida que sea más marmoleada la carne, más jugosidad y suavidad tendrá (Dier, 2007).

4. Propiedades físicas y químicas

4.1. Propiedades físicas y químicas de la carne

4.1.1. Capacidad de retención de agua

Es un parámetro físico-químico de gran importancia por su contribución a la calidad de la carne y la de sus productos derivados. La CRA se relaciona con la textura, terneza y color de la carne cruda y la jugosidad y firmeza de la carne cocinada. Dicha retención de agua se produce a nivel de las cadenas de actina-miosina (Hernández, 2018a).

Este parámetro se desarrolla disminuyendo progresivamente post mortem, esta disminución hace referencia a las exudaciones. Las proteínas miofibrilares son las responsables de la capacidad de retención de agua. La capacidad de ligar agua de las proteínas se ve afectada por la acidificación del medio; el pH cambia las cargas de las proteínas haciendo que la CRA sea mínima en el punto isoeléctrico durante la glucólisis post mortem; contrariamente la CRA será superior si el pH del músculo permanece elevado (Amo, 1980).

4.1.2. Temperatura de almacenamiento

Luego del sacrificio, la carne se deja a una temperatura de 0 a 5°C, la ablandadura disminuye durante las primeras 24 horas en que se implanta el rigor mortis, para después aumentar gradualmente (Frisby et al., 2005)

El método más importante de conservación de la carne es el control de temperatura y la humedad, atenerse a las necesidades de los procedimientos o del comercio al por menor de los países industrialmente desarrollados del mundo y está siendo cada vez más empleado en las zonas urbanas, particularmente por parte de hoteles, abastecedores de comidas e instituciones hospitalarias de los países en desarrollo. Por ejemplo, el aumento de las bacterias se reduce a la mitad con cada descenso de la temperatura de 10 °C y prácticamente se detiene en el punto de congelación; es decir, la carne se conservará por lo menos el doble de tiempo a 0 °C que la carne con un nivel análogo de contaminación, pero conservada a 7 °C; o se conservará por lo menos cuatro veces más tiempo a 0 °C que ha 10 °C. De ello se deduce que, cuando la carne se conserva por enfriamiento, debe procederse al enfriamiento lo más rápidamente posible después de la matanza, independientemente de su destino final (consumo local o despacho a otros lugares). Al mismo tiempo es preciso asegurarse de que la res muerta ha llegado al rigor mortis antes de enfriarse a 10 °C o a menos para que no se produzca una disminución del frío. Debe conservarse también posteriormente la temperatura

de enfriamiento hasta que se utilice, es decir, debe existir una cadena del frío ininterrumpida desde el matadero hasta el consumidor. Todo el desarrollo de la refrigeración ha tendido a la realización de este fin (Veall, 1993).

4.1.3. Químicas

Estructura química de la carne El músculo esquelético tiene una composición de entre 71 y 76 % de agua, entre 17 y 21 % de proteínas, de 1 a 7 % de grasa y 2,5 a 3 % de sustancias solubles no nitrogenadas.

Proteínas: es el componente más importante de la carne y en contenido ocupa el segundo lugar después del agua. De acuerdo con su procedencia las proteínas del músculo se clasifican en: sarcoplásmicas, miofibrilares y del tejido conectivo.

El primer grupo se conoce como proteínas miofibrilares, las cuales se encuentran en grupos formando fibras musculares, por lo tanto, son las más abundantes, rodeadas del tejido conjuntivo sarcolema, ricas en subproteínas llamadas actina y miosina, cuando el músculo está contraído se forma el complejo acto-miosina, lo que ocasiona dureza del corte, cuando se logra la suavidad de la carne, bioquímicamente lo que sucede es que este complejo acto-miosina se rompe. Se encuentran clasificadas en tres categorías: contráctiles, reguladoras y del citoesqueleto. Las propiedades de estas proteínas son de significativa importancia en los atributos de la calidad de la carne post mortem, están muy relacionadas con el rigor mortis, la ternura y la capacidad de retención de agua de las piezas de carne. Estas proteínas imparten al músculo rigidez estructural y son decisivas en la transformación de energía química en mecánica durante la contracción. Constituyen alrededor del 10% de las proteínas de la carne y son solubles en soluciones salinas concentradas (Hernández, 2015).

El segundo grupo pertenece a las proteínas sarcoplasmáticas, dentro de esta clasificación se encuentra la mioglobina y, el tercer grupo, menos abundantes, pero no menos importantes son las proteínas del estroma, formadas por las proteínas colágeno y la elastina, que se encuentran principalmente en el tejido conectivo del animal y en los cartílagos.

4.1.3.1. pH de la carne

Es la propiedad que indica el grado de ácido y/o básico, su descenso adecuado va indicar la calidad organoléptica y tecnológicas de la carne, debido a que el principal proceso que se realiza durante el establecimiento del rigor mortis una vez es sacrificado el animal es la acidificación muscular; una vez muerto el animal para el aporte de oxígeno y de nutriente al músculo, y a este solo le queda obtener energía (ATP), por la vía de transformación

anaeróbica del glucógeno, dicha obtención de ATP a partir de glucógeno genera ácido láctico, generando así la acidificación muscular (Zimerman, 2007).

En este proceso el pH desciende de 7,2 en tejido vivo a 5,6 en carne a las 24 horas post-mortem), mientras la canal se enfría se genera una carne de alta calidad caracterizada por un color rojo brillante, firme y no exudativa, sin embargo, si el pH desciende en forma brusca y rápida se obtiene un ambiente muy ácido, se da una desnaturalización de las proteínas y se genera carnes pálidas, suaves y exudativas (Frisby et al., 2005). Así mismo el pH posee gran importancia en cuanto al crecimiento microbiológico, por lo que es común que se considere un factor determinante en la conservación de las canales (Lawrie, 1974a).

5. Tipos de carnes

5.1. Carnes PSE y DFD tipos de carne

5.1.1. Carnes PSE

Es un tejido que presenta anomalías a nivel visual, así mismo su funcionalidad proteica y características de palatabilidad se ven afectadas. Al producirse una bajada brusca de pH en la canal cuando la temperatura todavía se encuentra entorno a los 37°C, se produce la desnaturalización de las proteínas: esto hace que no sean capaces de retener agua, y que ésta salga al espacio intercelular, dando lugar a carnes exudativas, blandas y pálidas. Mientras más bajo sea el pH a los 90 minutos post mortem, la capacidad de retención de agua, la actividad ATP-asa y la solubilidad de las proteínas miofibrilares también disminuirán (Castrillón H et al., 2005).

Su baja retención de agua es un impedimento para ser usado en la producción de embutidos. Los cortes de mayor valor como: longissimus dorsi, semimembranosus, gluteus edius y bíceps femoris; son los más afectados por esta condición. En resumen, la presentación de carnes PSE es debido a factores genéticos y de manejo ante mortem que alteran el comportamiento del animal y causan un rápido descenso del pH de la carne (Loayza, 2017).

5.1.2. Carnes DFD

Son carnes de color oscuro, secas y firmes; debido a la disminución del líquido intersticial; esto se traduce en una reducción del proceso de glucólisis post-mortem, resultando en un pH final mayor del requerido. Como consecuencia, las proteínas tienden a aumentar su capacidad de enlace y, por tanto, su capacidad de retener agua (Castrillón H et al., 2005).

6. Sanidad

La carne es un producto de gran importancia en la alimentación Humana, su gran riqueza nutritiva se debe fundamentalmente a su elevado contenido en proteínas de alto valor nutricional, por otro lado es uno de los alimentos más sensibles a la descomposición debido a su alto contenido en agua, composición, pH, lo que favorece la alteración y contaminación microbiana, pudiendo constituir un riesgo para la salud, razón por lo cual estos productos en todo momento deben estar conservados en refrigeración a una temperatura no mayor a 7°C (COPRISJAL, 2016).

La inspección de la carne permite garantizar que sea apta para el consumo humano. Esta incluye la inspección ante y post mortem. La inspección ante mortem es un paso importante en la producción inocua de productos y subproductos cárnicos saludables para el consumo humano. Solamente en el animal vivo se pueden detectar anomalías de postura, del movimiento y de la conducta. La misma puede mejorar la eficiencia de la operación de producción al detectar los animales que no sean aptos para consumo humano. La inspección post-mortem de las canales es parte de un proceso más amplio de la revisión de animales y de su carne en cuanto a su inocuidad para el consumo humano, un proceso que incluye desde el monitoreo en la granja, inspección ante-mortem e implementación de Buenas Prácticas en Mataderos (Agrocalidad, 2016).

7. Determinación de edad

Bovinos

El llamado Boqueo o determinación de la edad por cronología dentaria en los bovinos, se basa en los cambios que ocurren en la dentadura del animal a lo largo de su vida. Los bovinos poseen dentadura del tipo difiodonte (es decir que tienen una dentadura “de leche” y una permanente).

Los dientes provisionales y su sustitución por los dientes definitivos suministran los elementos para el cálculo aproximado de la edad del bovino (Gerardo Cañete Betancourt & Lizabeth Hernández Fernández, 2017).

Figura 4. Cronología dentaria en bovinos

Erupción de los dientes incisivos provisionales	
Edad	Características
8 días después del nacimiento	Pinzas y primeros medios
10-20 días después del nacimiento	Segundos medios
15-30 días después del nacimiento	Extremos o cantos
Desgaste de los dientes provisionales	
Edad	Características
5-6 meses	Pinzas y primeros medios
6-7 meses	Segundos medios
7-8 meses	Cantos
Nivelación de los dientes provisionales	
Edad	Características
10-12 meses	Pinzas
12-14 meses	Primeros medios
15-18 meses	Segundos medios
18-20 meses	Cantos
Degaste y nivelación de los dientes definitivos	
Edad	Características
7-8 años	Desgaste de las pinzas
8-9 años	Desgaste de los primeros medios
9-10 años	Desgaste de los Segundos Medios y Nivelación de las Pinzas
10-11 años	Desgaste de los Cantos y Nivelación de los Primeros Medios
10-11 años	Nivelación de los Segundos Medios y Cantos

(Iván Luz Ledic & Melhoramento Animal, 2011)

Porcinos

La cronología dentaria tiene como finalidad conocer la edad de los animales a través de la evolución de su dentadura.

Figura 5. Cronología dentaria en porcinos

ERUPCIÓN DENTAL	
Edad	Característica
Al nacer	8 dientes de leche, 4 extremos y 4 caninos
6-8 días	Aparecen los cuartos molares de leche
10 días	Aparecen las pinzas de leche
18-20 días	Aparecen los terceros molares de leche
25-30 días	Aparecen los segundos molares de leche inferiores
35-40 días	Aparecen los segundos molares de leche superior.

8. Descripción de razas

Porcinos

Raza Pietrain

Los cerdos de raza Pietrain son una raza de cerdo originaria de Bélgica y muy conocida por su gran tamaño y su carne de alta calidad. Estos cerdos son muy productivos y tienen un crecimiento rápido, lo que los convierte en una opción atractiva para la producción de carne. Además, son animales resistentes y fáciles de criar, por lo que son populares entre los criadores de cerdos.

Los Pietrains tienen un cuerpo fuerte y musculoso, con una cabeza ligera y corta, con el carrillo poco desarrollado. Sus orejas son pequeñas y están dirigidas horizontalmente hacia delante, con la punta enrollada hacia arriba. Su cuello es corto con escasa papada. Sus espaldas son prominentes, muy musculosas y adheridas al tronco. El dorso es largo y ligeramente abombado. El tórax es ancho, cilíndrico y de profundidad media, musculoso, con las costillas muy arqueadas. (Lehber Peter Jr., 2012)

En cuanto a su carne, estos cerdos son conocidos por tener una carne de alta calidad, con un alto contenido de proteínas y un sabor suave y delicado. Esto los convierte en una opción muy valorada por los productores y consumidores de carne de cerdo; son conocidos por tener una alta tasa de crecimiento y una excelente conversión alimenticia.

El rendimiento a la canal de los cerdos de raza Pietrain puede variar dependiendo de factores como el manejo de la alimentación y el cuidado durante la crianza, así como la genética individual de cada animal. En general tienen un rendimiento a la canal muy alto, ya que son conocidos por tener una tasa de crecimiento rápida y una excelente conversión alimenticia. Los cerdos Pietrain suelen tener un rendimiento a la canal del 60-65%, lo que significa que alrededor del 60-65% del peso vivo del cerdo se convierte en carne comercializable. Este es un rendimiento muy alto en comparación con otras razas de cerdos.

Híbridos (Landrace y Duroc)

Los cerdos híbridos Landrace y Duroc son resultado del cruce entre dos razas de cerdos con características distintivas.

Landrace supera a la yorkshire en cuanto a la precocidad y rendimientos magros. Son conocidos por tener una musculatura y una piel suaves y aterciopelada. Son animales alargados en forma uniforme. La cabeza es ligera y fina, la cual es más alargada en los cerdos jóvenes. Las orejas son de mediana longitud, finas y en forma de visera, pero sin cubrir los ojos. (Lehber Peter Ir., 2012)

Duroc-Jersey se caracteriza por su elevada precocidad, gran rusticidad, fecundidad y buena producción lechera, es buena raza para las cruces. Posee una cabeza pequeña, ancha y de perfil fronto-nasal ligeramente cóncavo. Las orejas son medianas y finas y están dirigidas hacia adelante, hacia abajo y ligeramente hacia afuera. El cuello es corto y grueso; el tronco es largo, ancho y profundo. Las espaldas son moderadamente anchas, en tanto que la línea dorsal es recta o ligeramente convexa; la grupa es redondeada. Las extremidades son de longitud media. (Lehber Peter Ir., 2012)

Cuando se cruzan estas dos razas, se obtiene un cerdo híbrido que combina algunas de las características más deseables de ambas razas. Los cerdos híbridos Landrace y Duroc suelen tener una tasa de crecimiento muy alta y una excelente conversión alimenticia, lo que los convierte en una opción atractiva para la producción de carne. Además, suelen ser muy resistentes y adaptables a diferentes condiciones de producción.

El rendimiento a la canal de los cerdos híbridos puede variar dependiendo de factores como el manejo de la alimentación y el cuidado durante la crianza, así como la genética individual de cada animal. Los cerdos híbridos Landrace y Duroc suelen tener un rendimiento a la canal del 60-65%, lo que significa que alrededor del 60-65% del peso vivo del cerdo se convierte en carne comercializable. Este es un rendimiento muy alto en comparación con otras razas de cerdos.

Bovinos

El nivel de la producción de los hatos de carne está influenciado por factores como la alimentación deficiente a consecuencia de las fluctuaciones estacionales y la fertilidad de los suelos, pero el buen manejo son los campos que ofrecen mayor potencial en el mejoramiento de la eficiencia de la producción de ganado de carne.

Los Bos Taurus son aquellos descendientes de climas templados, estas razas son originarias de Europa reconocidas en todo el mundo por sus altos rendimientos cárnicos y la precocidad de sus crías. Entre ellas tenemos: Holstein, Aberdeen Angus, Limousin, Hereford, Charolaise, Romagnola, Jersey y Pardo Suizo (Producción animal, 2015).

El Bos indicus incluye los bovinos con joroba comunes en los países tropicales. El cebú se caracteriza por una giba de tejido carnoso sobre la cruz (que en ocasiones pesa hasta 20 o 22 kg), una gran papada, grandes orejas gachas y una voz que es más gruñido que mugido. Algunas de las razas más representativas son: Brahman, Nelore, Guzerat, Gyr e Indubrasil (Ramírez, 2019).

Materiales

Físicos	Biológicos
pHmetro y termómetro cintas de muestreo cámara fotográfica guantes de inspección computadora Hojas de campo Esferos Overol Botas	Animales Faenados (bovinos y porcinos)

Métodos

Área de estudio:

El estudio se realizó en el Centro de Faenamiento Municipal del Cantón Cuenca (EMURPLAG EP), Provincia del Azuay. Ubicado en la parroquia Hermano Miguel en el sector Patamarca cuyas coordenadas: latitud -2.864467, altitud -78.98026. Las condiciones meteorológicas del lugar presentan una altitud de 2560 m.s.n.m.; La precipitación media anual es de 789 milímetros (mm), humedad relativa del 59% y temperaturas que oscilan entre 7 y 17°C

Ubicación:

Fuente: (Google Earth, 2022).

Determinación de la población y muestra:

En la planta de sacrificio del cantón Cuenca, se evaluaron 249 canales de cerdos y 261 canales de bovinos, con el fin de determinar la presencia de la condición PSE y DFD. Para las mediciones de pH se utilizó un pHmetro y termómetro Milwaukee MW102 PRO +, a nivel del músculo semimembranoso de todas las canales derechas.

Para calcular el tamaño de la muestra, se utilizó la fórmula para estimar una proporción.

$$n = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_a^2 \times p \times q}$$

N = tamaño de la población (800 bovinos y 700 cerdos)

Z = nivel de confianza,

P = probabilidad de éxito, o proporción esperada

Q = probabilidad de fracaso

D = precisión (Error máximo admisible en términos de proporción).

El resultado obtenido fue un tamaño de muestra de 261 para los bovinos y de 249 para cerdos, para los días lunes, miércoles y viernes se seleccionaron 12 muestras por día de canales bovinas, la cual se tomó aleatoriamente el pH a los 45 minutos y 24 horas post mortem; mientras que los días martes y jueves se seleccionaron aleatoriamente 18 muestras por día de canales porcinas, siguiendo el mismo esquema de mediciones que las canales bovinas.

Variables:**Dependiente**

Tipo de carne (DFD, PSE y normal)

Independiente:

Edad

Sexo

Raza

Recolección de datos:

Identificación de los animales

Se identificó a los animales mediante las iniciales de los introductores tanto en bovinos como en porcinos cuando se encontraban en los corrales de descanso, y después en la etapa post mortem, se colocó una cinta con número en las colas, el cual se utilizó para llevar registro en las hojas de campo.

Medición de pH y temperatura

Las mediciones de pH y temperatura se realizaron a los 45 minutos (pH1 y T°1) y a las 24 horas (pH2 y T°2) post mortem, para esto se utilizó un phmetro y termómetro Milwaukee MW102 PRO +. Para la toma de datos, se procedió a introducir las sondas de temperatura y pH a una profundidad de 5 a 10 centímetros en el músculo semimembranoso derecho.

Procesamiento y organización de los datos

Los datos obtenidos durante el trabajo de campo se sistematizaron en el programa Microsoft Excel para posteriormente ser exportados al programa estadístico IBM SPSS Statistics 25. En un primer momento se analizó los datos mediante una estadística descriptiva para las variables pH y temperatura, para determinar la prevalencia de los distintos tipos de carnes se utilizó una tabla de frecuencias y porcentajes. Posteriormente se empleó las tablas de contingencia para determinar la relación entre las variables edad, raza, sexo con los respectivos rangos de pH, utilizando pruebas de Chi cuadrado y la prueba exacta de Fisher.

Resultados

Prevalencia de Carnes PSE y DFD

Los resultados nos indican que en cuanto a las canales de los bovinos (261) hubo prevalencia de carnes DFD con un 55,00% a los 45 minutos post mortem (Tabla I); en las canales de los porcinos (249) se reportó una prevalencia de carnes PSE con un 30,52% a los 45 minutos post mortem y una prevalencia de 20,08% a las 24 horas post mortem (Tabla II), la presencia de las carnes PSE están relacionadas directamente con factores de estrés que se les ocasiona a los animales previo al faenamiento; mientras que las carnes DFD hacen referencia a un estrés crónico, o incluso fallas en la conservación de la carne, pues se presentaron algunos inconvenientes mecánicos en el cuarto de frío.

Tabla I: Prevalencia de condición PSE y DFD en Bovinos

Bovinos pH 45 minutos			Bovinos pH 24 horas		
	Frecuencia	Prevalencia %		Frecuencia	Prevalencia %
PSE	7	2,69	Normal	249	95,77
Normal	110	42,31			
DFD	143	55,00	DFD	11	4,23
Total	260	100,00	Total	260	100,00

Tabla II: Prevalencia de condición PSE y DFD en Porcinos

Porcinos pH 45 minutos			Porcinos pH 24 horas		
	Frecuencia	Prevalencia %		Frecuencia	Prevalencia %
PSE	76	30,52	PSE	55	20,08
Normal	102	40,96	Normal	194	77,91
DFD	71	28,51			
Total	249	100,00	Total	249	100,00

Relación entre factores los principales factores intrínsecos y la presencia de carnes PSE y DFD

Los resultados de las pruebas Chi Cuadrado nos indican que en cuanto a las relaciones de raza y pH ($P > 0,05$), edad y pH ($P > 0,05$), sexo y pH ($P > 0,05$), no existió significancia estadística, incluso con la prueba exacta de Fisher, los valores son similares; al igual que con los cerdos. Por lo tanto, estos factores no influyen en la presencia o no de estos tipos de carnes.

Tabla III: Correlación de variables independientes y el pH en bovinos

PRUEBA CHI CUADRADO-PRUEBA EXACTA DE FISHER					
Bovinos pH 45 minutos			Bovinos pH 24 horas		
	Significancia exacta (Chi cuadrado)	Significancia exacta (prueba exacta de Fisher)		Significancia exacta (Chi cuadrado)	Significancia exacta (prueba exacta de Fisher)
RAZA-RANGO	0,67	0,99	RANGO-RAZA	0,62	0,35
EDAD-RANGO	0,40	0,44	RANGO-EDAD	0,58	0,86
SEXO-RANGO	0,62	0,62	RANGO-SEXO	0,54	0,54

Tabla IV: Correlación de variables independientes y el pH en porcinos

PRUEBA CHI CUADRADO-PRUEBA EXACTA DE FISHER					
Porcinos pH 45 minutos			Porcinos pH 24 horas		
	Significancia exacta (Chi cuadrado)	Significancia exacta (prueba exacta de Fisher)		Significancia exacta (Chi cuadrado)	Significancia exacta (prueba exacta de Fisher)
RAZA-RANGO	0,47	0,47	RAZA-RANGO	0,33	0,33
EDAD-RANGO	0,17	0,18	EDAD-RANGO	0,46	0,46
SEXO-RANGO	0,24	0,24	SEXO-RANGO	0,27	0,27

Temperatura

Las temperaturas en las canales bovinas presentaron una mayor variabilidad comparada con las canales porcinas, esta variabilidad se la puede apreciar en las temperaturas 24 horas post mortem. En la tabla 5 se puede observar 12 veces más variabilidad en las temperaturas tomadas a las 24 horas post mortem de los bovinos que en las temperaturas de los porcinos.

Estos resultados pueden estar relacionados con el funcionamiento de las cámaras de frío y el mantenimiento de estas.

Tabla V: Media, desviación estándar y varianza de la temperatura en las canales bovinas

Estadísticos descriptivos				
	N	Media	Desv. Estándar	Varianza
T45 minutos	260	34,8	3,98	15,88
T24 horas	260	15,2	9,37	87,85

Tabla VI: Media, desviación estándar y varianza de la temperatura en las canales porcinas

Estadísticos descriptivos				
	N	Media	Desv. estándar	Varianza
T45 minutos	249	37,7	3,77	14,21
T24 horas	249	9,1	2,66	7,08

Discusión

Según Castrillón, H et al, (2005) la prevalencia de músculo PSE es predominante en los cerdos, en el caso de nuestro estudio, a los 45 minutos post mortem obtuvimos un valor de 30,52% de carnes PSE, como se dijo anteriormente, estas carnes se presentan por causas de estrés que pueden estar relacionadas directamente con el manejo ante mortem que se le dé a los animales; los cerdos antes de ser sacrificados son sometidos a situaciones que desencadenan problemas de estrés, es por ello que afectan las canales a los 45 minutos post mortem alterando la calidad de la carne.

La tasa normal de incidencia de carnes PSE está reportada entre 10 al 30% (Castrillón et al, 2007), en nuestro estudio tenemos que un 2,69% de las canales bovinas presentó la condición PSE. Según Castrillón et al (2005) afirma que los productores son responsables de la mitad de los casos de aparición de carne PSE, estando la otra mitad causada por el tipo de manejo antes del sacrificio, la insensibilización del animal, el propio sacrificio y el proceso de enfriado de las canales.

En un estudio realizado en el centro de faenamiento del cantón Cuenca en julio del 2019 se obtuvo un 60,75% de canales bovinas con un pH mayor a 5,8 lo que hace referencia a carnes DFD; en comparación con nuestros resultados tenemos una disminución en la condición DFD con una prevalencia del 55%, como mencionan Astudillo y col., (2019) estos resultados tienen relación con factores extrínsecos como el manejo antemortem o incluso el manejo en las cámaras de almacenamiento al frío.

Varios autores nos indican que la condición PSE es predominante en cerdos, esto debido a un estrés agudo que los animales manifiestan antes de ser faenados, en la presente investigación la condición predominante durante la primera etapa de mediciones concuerda con lo dicho por Hernández y col., (2013)., mientras que a las 24 horas post mortem la condición predominante es la DFD, esto debido a una elevación de pH que se puede relacionar con un estrés crónico de los animales, que puede estar ligado a un manejo intensivo en las granjas o en el transporte de los animales al centro de faenamiento.

En cuanto a los resultados de la relación del pH y factores intrínsecos en las cuales tanto para bovinos como cerdos no se estableció diferencia significativa entre ellos, no se han encontrado estudios específicos en donde se evalúen estas relaciones entre pH y la edad, sexo y raza de los animales, se puede decir que de manera general estos factores pueden influir en la calidad de la carne pero que los factores con más relevancia son externos a los animales como son el estrés o el manejo ante mortem y post mortem.

Para la variable temperatura en los bovinos se obtuvieron las medias de (34,86 °C para T1) y (15,27 °C para T2) (Tabla V); mientras que en los porcinos se obtuvieron medias de (37,76 °C para T1) y (9,16 °C para T2) (Tabla VI), las diferencias en las temperaturas según algunos autores como Barton, (2008) y Dokmanović y col., (2014), depende del tiempo de reposo de las canales e incluso del escaldado en el caso de las canales de los cerdos. Al existir esta mayor variabilidad en las canales de los bovinos que de los porcinos se atribuye entonces al tiempo de reposo que tuvieron las mismas, pues las canales bovinas eran retiradas del centro de faenamiento a las 20 horas post mortem aproximadamente, mientras que las canales porcinas permanecían en reposo en un lapso de 23 a 24 horas post mortem.

Conclusiones

Del análisis anterior se puede afirmar que en las canales de bovinos y porcinos evaluadas presentan defectos que indudablemente están alterando la calidad de la carne y que el principal problema es la presentación de la condición DFD en las canales bovinas la cual se está manifestando principalmente a los 45 minutos post mortem; en los bovinos se aprecia un porcentaje más bajo de carnes DFD a las 24 horas, no así en las canales porcinas que la prevalencia a los 45 minutos es de las carnes PSE, lo que nos indicaría una calidad cárnica deficiente, sin embargo se hace necesario realizar un seguimiento más detallado de las variables que pueden estar involucradas en el origen del problema tanto en el pre como en el post-sacrificio, pues se demostró estadísticamente que los factores como edad, sexo y raza en este caso no tenían mayor relevancia sobre los porcentajes de las condiciones PSE y DFD..

Recomendaciones

Asegurarse de que las canales permanezcan las 24 horas en los frigoríficos con el objeto de que puedan tener su proceso de maduración y así garantizar la calidad de la carne destinada a los consumidores, ya que los propietarios tienden a llevarse los canales antes de cumplir con este proceso.

Evitar el estrés ante mortem en los animales, teniendo más cuidado de estos, ya que este factor es importante y actúa directamente sobre la calidad de la carne.

Referencias

- Agrocalidad. (2016). *Resolución 0197: Manual de Procedimiento para la vigilancia y control de la Inspección ante y post-mortem de animales de abasto en mataderos*. <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/fae3.pdf>
- Alarcón, A., Duarte, J., Rodríguez, F., & Vidales, H. (2005). Incidencia de carne pálida-suave-exudativa (PSE) y oscura- firme-seca (DFD) en cerdos sacrificados en la región del Bajío en México Incidence of PSE and DFD muscle in pigs slaughtered in Mexico ' s Bajío region. *Tecnica Pecuaria en Mexico*, 43(January), 335–346. https://www.researchgate.net/publication/242249449_Incidencia_de_carne_palida-suave-exudativa_PSE_y_oscura-firme-seca_DFD_en_cerdos_sacrificados_en_la_region_del_Bajio_en_Mexico_Incidence_of_PSE_and_DFD_muscle_in_pigs_slaughtered_in_Mexico's_Bajio_re
- Alvarado, C. (2007). Current issues in the poultry industry: meat quality and moisture retention. *Poultry Industry*, 13–20. <https://en.engormix.com/poultry-industry/articles/meat-quality-moisture-retention-in-poultry-industry-t33627.htm>
- Álvarez, C., & Torre, A. (2002). *La conductividad eléctrica como sistema de detección de carnes de baja calidad en el proceso de elaboración de jamón cocido*. Inode.es.
- Amo, A. (1980). La capacidad de retención de agua. En *Industria de la Carne* (9a ed., p. 31). Editorial AEDOS.
- Andújar, G., Pérez, D., & Vanegas, O. (2003). *Química y bioquímica de la carne y los productos cárnicos*. Editorial Universitaria. https://www.academia.edu/36251225/Química_y_bioquímica_Química_y_bioquímica_de_la_carne_y_los_de_la_carne_y_los_productos_cárnicos_productos_cárnicos
- Astudillo, A., & Ortega, S. (2019). *Bienestar animal y su relación con la calidad de carne en bovinos faenados en la Empresa Pública EMURPLAG* [Universidad de Cuenca]. https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/33039/1/Trabajo_de_titulación.pdf
- Bandeira. (2020, febrero 17). *Factores que afectan a la calidad de la carne* . Frigoríficos Bandeira. <https://www.frigobandeira.com/factores-que-afectan-a-la-calidad-de-la-carne/>
- Barton, P. (2008). Effect of rearing system and mixing at loading on transport and lairage behaviour and meat quality: comparison of free range and conventionally raised pigs. *Animal*, 2(8), 1238–1246. <https://doi.org/10.1017/S1751731108002565>
- Byrem, T. M., Booren, A. M., Hill, G. M., Chu, F. S., & Strasburg, G. M. (1999). The effect of

cyclopiazonic acid on the development of pale, soft, and exudative pork from pigs of defined malignant hyperthermia genotype. *Journal of animal science*, 77(1), 166–172. <https://doi.org/10.2527/1999.771166X>

Castrillón H, W. E., Fernández S, J. A., & Restrepo B, L. F. (2005). DETERMINATION OF PSE (PALE, SOFT AND EXUDATIVE) MEAT IN PORK CARCASSES. *REVISTA DE LA FACULTAD DE QUÍMICA FARMACÉUTICA*, 12(1). <http://www.scielo.org.co/pdf/vitae/v12n1/v12n1a03.pdf>

COPRISJAL. (2016, noviembre 23). *Control sanitario de la carne*. Comisión para la Protección Contra Riesgos Sanitarios del Estado de Jalisco - COPRISJAL. <https://coprisjal.jalisco.gob.mx/carnicos/1242>

Denaburski, J. (2001). Causas más importantes y sistemas de prevención de casos de carne porcina defectuosa tipo PSE. *Anaporc Revista de Porcinocultura*, 21, 35–43.

Dier, C. (2007). *EL PROCESO DE FAENAMIENTO Y LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LA CARNE EN EL GANADO VACUNO DEL CAMAL MUNICIPAL DE AMBATO*. [UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO]. <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3415/3/PAL127.pdf>

Dokmanović, M., Velarde, A., Tomović, V., Glamočlija, N., Marković, R., Janjić, J., y Baltić, M. Z. (2014). The effects of lairage time and handling procedure prior to slaughter on stress and meat quality parameters in pigs. *Meat Science*, 98(2), 220–226. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.06.003>

Frisby, J., Raftery, D., Kerry, J. P., & Diamond, D. (2005). Development of an autonomous, wireless pH and temperature sensing system for monitoring pig meat quality. *Meat science*, 70(2), 329–336. <https://doi.org/10.1016/J.MEATSCI.2005.01.023>

Gerardo Cañete Betancourt, & Lizabeth Hernández Fernández. (2017). *Determinación de la edad relativa en bovinos a través de la cronología dentaria de premolares y molares*. 18(1695-7504), 3-4.

Google Earth. (2022). *Google Earth*. https://earth.google.com/web/search/Camal+Cuenca+Ecuador/@-2.86490192,-78.98043287,2502.35386796a,733.88234125d,35y,-72.26255158h,44.99795862t,0r/data=CigiJgokCZuJD6Fy2QbAEQb7lJlF_AbAGd_EJiivVPAIVbUiHLev1PA

Hernández, J., Aquino, J., & Ríos, F. (2013). Pre-mortem handling effect on the meat quality. *Nacameh*, 7(2), 41–64.

<https://doi.org/10.24275/uam/izt/dCBS/nacameh/2013v7n2/hernandez>

Hernández, J. P. (2018a). Capacidad de retención de agua. *Academia*.
http://www.uco.es/organiza/departamentos/prod-animal/economia/aula/img/pictorex/07_09_40_3_REVCRA.pdf

Hernández, J. P. (2018b). Terneza. *Academia*.
http://www.uco.es/organiza/departamentos/prod-animal/economia/aula/img/pictorex/07_09_40_5_REVTERNE.pdf

Iván Luz Ledic, & Mejoramiento Animal. (2011). *CRONOLOGÍA DENTARIA DE LOS BOVINOS*.
www.produccion-animal.com.ar

Lehber Peter Ir., U. O. C. R. (2012). El Animal. En *El Animal* (Trillas, pp. 16-18).

Loayza, M. (2017). "Incidencia de carnes PSE (pálida, suave y exudativa) y DFD (oscura, firme y seca) en carcasas porcinas beneficiadas en el centro de faenamiento FRILISAC" [UNIVERSIDAD RICARDO PALMA].
https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/1707/Loayza_m.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2017, junio 20). *Ecuador es autosuficiente para cubrir demanda nacional de carne bovina*. 2017. <https://www.agricultura.gob.ec/ecuador-es-autosuficiente-para-cubrir-demanda-nacional-de-carne-bovina/#:~:text=El%20Ministerio%20de%20Agricultura%2C%20Ganader%C3%ADa,de%20nacional%20de%20este%20producto.>

Paola Barrios Martínez. (2020, octubre 5). *El consumo de carne de cerdo y sus beneficios nutricionales*. <https://www.porcicultura.com/destacado/El-consumo-de-carne-de-cerdo-y-sus-beneficios-nutricionales>

Patiño, H. (2022). *Evaluación de la calidad de carne vacuna (Bos indicus) bajo dos sistemas de maduración (seco y húmedo)* [UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL]. <http://201.159.223.180/bitstream/3317/17934/1/T-UCSG-PRE-TEC-CIA-84.pdf>

Pond, W., Haner, J., & Harris, D. (1991). Pork Production systems Efficient use of Swine and Feed Resources. En *Pork as Human Food*. (pp. 21–41). Van Nostrand Reinhold.

Price, J. F., & Schweigert, B. S. (1971). Tiempo y Temperatura de Almacenamiento. En *Ciencia de la Carne y de los Productos Carnicos* (p. 340). Editorial ACRIBIA S.A.

Producción animal. (2015). *Capítulo XIX RAZAS LECHERAS RAZAS LECHERAS BOVINAS HOLANDO ARGENTINO*.

Ramírez, Ó. D. (2019, September 15). *Razas Bovinas de Carne y sus Características*.
http://www7.uc.cl/sw_educ/prodanim/mamif/siii5.htm

San Román, D. (2015). Características físicas de la Carne Natural. En *ASOCIACION RURAL DEL PARAGUAY FUNDACIÓN SOLIDARIDAD LATINOAMERICANA*.
<https://www.arp.org.py/images/files/Caracteristicas Fisicas de la Carne Natural.pdf>

Savell, J., Adams, C., Espitia, D., Huerta, D., & Voges, K. (2010a). Calidad de la canal de vacuno-Color. En D. VanOverbeke (Ed.), *Manual de seguridad y calidad de la carne de vacuno* (p. 125). Editorial ACRIBIA S.A.

Savell, J., Adams, C., Espitia, D., Huerta, D., & Voges, K. (2010b). Calidad de la canal de vacuno. En D. VanOverbake (Ed.), *Manual de seguridad y calidad de la carne de vacuno* (pp. 127–128). Editorial ACRIBIA S.A.

Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. (2019, agosto 18). *Beneficios de consumir carnes rojas*.
<https://www.gob.mx/agricultura/articulos/beneficios-de-consumir-carnes-rojas?idiom=es>

Veall, F. (1993). *Estructura y funcionamiento de mataderos medianos en países en desarrollo* - Frederick Veall - Google Libros. Fao.
https://books.google.com.ec/books?id=BRX_LNjXre8C&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false

Velazco, J. (2001). *Aspectos importantes en la medición del pH*. Carnetec.

Warriss, P. (1995). *Métodos para evaluar la calidad de la carne de cerdo*. Carnetec.

Zimmerman, M. (2007). *pH de la carne y factores que lo afectan* (pp. 141–153).
http://www.congresocaprino.com.ar/Curriculum/maria_zimmerman.pdt

Anexos



Anexo A. Bovinos en los corrales de descanso.



Anexo B. Selección de bovinos para la toma de muestra



Anexo C. Determinación de la edad por medio de la dentadura



Anexo D. Traslado de bovinos al aturdimiento



Anexo E. Identificación de canales bovinas para la toma de muestra



Anexo F. Toma de muestras (pH y temperatura) en las canales bovinas.



Anexo G. Porcinos en los corrales de descanso.

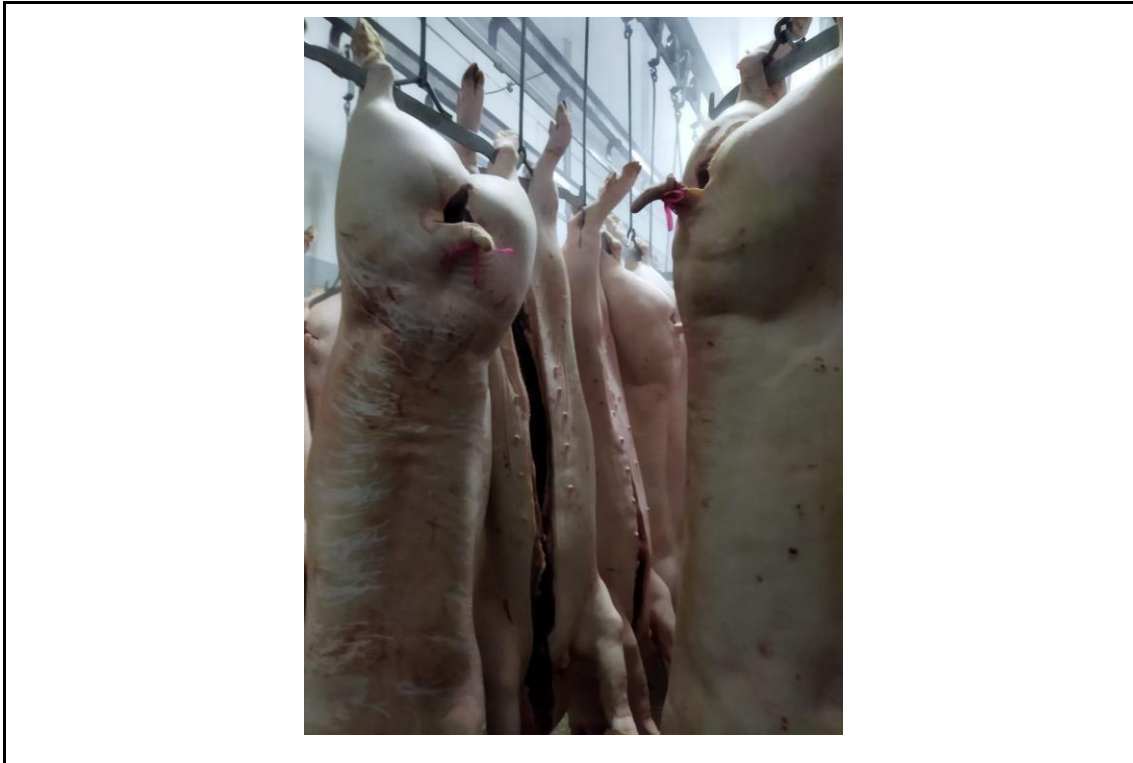


Anexo H. Selección de porcinos para la toma de muestra.



Anexo I. Traslado de porcinos al aturdimiento





Anexo J. identificación de canales porcinas



Anexo K. Toma de muestras de pH y temperatura en canales porcinas



Anexo L. Toma de temperatura