



Universidad  
Nacional  
**de Loja**

**Facultad  
Agropecuaria y de Recursos  
Naturales Renovables**

**Carrera de  
Medicina  
Veterinaria y  
Zootecnia**

## TESIS DE GRADO

“DETERMINACIÓN DE CARNES PSE, NORMAL Y DFD EN  
CERDOS FAENADOS EN EL CAMAL CAFRILOSA DE LA  
CIUDAD DE LOJA”

Trabajo de tesis previo a la obtención del título de  
**MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA**

**AUTORA**

Gabriela Alexandra Sarmiento Castillo

**DIRECTOR**

Dr. Jorky Rooseyelt Armijos Tituana, Mg.Sc.

**LOJA – ECUADOR**

2020

# CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Dr. Jorky Roosevelt Armijos Tituana Mg.Sc  
**DIRECTOR DE TESIS**

## CERTIFICA

Que he revisado la presente tesis titulada “**DETERMINACIÓN DE CARNES PSE, NORMAL Y DFD EN CERDOS FAENADOS EN EL CAMAL CAFRILOSA DE LA CIUDAD DE LOJA**” realizada por la Srta Egresada **GABRIELA ALEXANDRA SARMIENTO CASTILLO**, la misma que **CULMINÓ DENTRO DEL CRONOGRAMA APROBADO**, cumpliendo con todos los lineamientos impuestos por la Universidad Nacional de Loja, por lo cual, **AUTORIZO QUE SE CONTINÚE CON EL TRÁMITE DE GRADUACIÓN.**

Loja, 24 de Junio del 2020

Atentamente



---

Dr. Jorky Roosevelt Armijos Tituana Mg.Sc  
Director de Tesis

# **CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

**DETERMINACIÓN DE CARNES PSE, NORMAL Y DFD EN CERDOS  
FAENADOS EN EL CAMAL CAFRILOSA DE LA CIUDAD DE LOJA**

Tesis presentada al tribunal de grado como requisito previo a la obtención del título de:  
**MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA**

**POR**

**Gabriela Alexandra Sarmiento Castillo**

**APROBADO**

Loja, 19 de Noviembre del 2020



Firmado electrónicamente por:

**GALO VINICIO  
ESCUDERO  
SANCHEZ**

---

**Dr. Galo Vinicio Escudero S, Mg.Sc.  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



Firmado electrónicamente por:

**STEPHANIE  
FERNANDA CHAVEZ  
ARRESE**

---

**Ing. Stephanie Fernanda Chávez A, Mg.Sc.  
VOCAL**

**ROCIO  
HERRERA**

Firmado digitalmente por  
ROCIO HERRERA  
Fecha: 2020.12.15  
12:15:43 -05'00'

---

**Dra. Rocío Del Carmen Herrera H, Mg.Sc.  
VOCAL**

## AUTORÍA

Yo, Gabriela Alexandra Sarmiento Castillo, declaro ser autora del presente trabajo de tesis que ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma; los conceptos, ideas, resultados, conclusiones, y recomendaciones vertidos en el desarrollo del presente trabajo de investigación, son de absoluta responsabilidad de su autor.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

FIRMA: GABRIELA  
ALEXANDRA  
SARMIENTO  
CASTILLO



Firmado digitalmente  
por GABRIELA  
ALEXANDRA  
SARMIENTO CASTILLO  
Fecha: 2020.12.16  
09:50:33 -05'00'

AUTORA: Gabriela Alexandra Sarmiento Castillo

CÉDULA: 1150018560

FECHA: 11/12/2020

## CARTA DE AUTORIZACIÓN

Yo Gabriela Alexandra Sarmiento Castillo, declaro ser el autora de la tesis titulada “DETERMINACIÓN DE CARNES PSE, NORMAL Y DFD EN CERDOS FAENADOS EN EL CAMAL CAFRILOSA DE LA CIUDAD DE LOJA”, como requisito para optar al grado de Médica Veterinaria Zootecnista, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la reproducción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera, en el Repositorio Digital Institucional (RDI): Las Personas puedan consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de Información el país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad. La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero, con fines académicos. Para constancia de esta autorización, firmo en la ciudad de Loja, a los 11 días del mes de Diciembre del año 2020.

FIRMA: **GABRIELA  
ALEXANDRA  
SARMIENTO  
CASTILLO**

Firmado digitalmente  
por GABRIELA  
ALEXANDRA  
SARMIENTO CASTILLO  
Fecha: 2020.12.16  
09:50:33 -05'00'

Autor: Gabriela Alexandra Sarmiento Castillo  
Cédula de identidad: 1150018560  
Dirección: San Pedro de la Bendita, Vía antigua al Cisne, Togueros  
Correo electrónico: gasarmientoc@unl.edu.ec  
Teléfono: 09825698791

### DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis:

Dr. Jorky Roosevelt Armijos Tituana, Mg.Sc.

Tribunal de Grado:

Dr. Galo Vinicio Escudero Sánchez, Mg.Sc. (Presidente)  
Ing. Stephanie Fernanda Chávez Arrese, Mg.Sc. (Vocal)  
Dra. Rocío Del Carmen Herrera Herrera, Mg.Sc. (Vocal)

## **AGRADECIMIENTO**

*En el presente trabajo investigativo agradezco a mis padres, hermanos y cuñado por su apoyo incondicional en el desarrollo del presente proyecto, por sus palabras de aliento cada vez que la situación se tornaba difícil.*

*A la Universidad Nacional de Loja por haberme permitido cursar la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia durante el periodo Marzo 2015 - Marzo 2020 y con ello cristalizar el sueño de obtener el título de Médica Veterinaria Zootecnista. Especialmente al Doctor Rodrigo Medardo Abad Guamán y el Doctor Jorky Roosevelt Armijos Tituana por el apoyo intelectual y direccionamiento en el desarrollo de todo el trabajo de tesis.*

*A la empresa Cafrilosa, de manera particular al Doctor Jorge Contento y el Doctor Luis Torres por la predisposición en la toma de los datos para el desarrollo del presente proyecto.*

*A Rosita y Manuel por su total apoyo, paciencia y comprensión durante la elaboración de este trabajo.*

**Gabriela Alexandra Sarmiento Castillo**

## **DEDICATORIA**

*El presente trabajo de tesis está dedicado a cada uno de mis seres queridos por ser un pilar fundamental, ya que con su apoyo emocional me alentaron a seguir adelante y lograr llegar a la exitosa culminación de mi carrera profesional.*

**Gabriela Alexandra Sarmiento Castillo**

# ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS .....	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
RESUMEN .....	XIII
ABSTRACT.....	XIV
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. La Carne.....	3
2.2. Cambios Químicos Post-Mortem .....	3
2.3. Características Tecnológicas De La Carne.....	3
2.4. PH.....	3
2.4.1. Factores Que Afectan El PH.....	4
2.4.2. Carnes Pálidas, Blandas y Exudativas (PSE).....	6
2.4.3. Carnes Oscuras, Firmes y Secas (DFD).....	7
2.4.4. Color .....	8
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
3.1. Materiales .....	12
3.1.1. Materiales De Campo .....	12
3.1.2. Materiales De Oficina.....	12
3.2. Métodos .....	12
3.2.1. Ubicación Del Experimento .....	12
3.2.2. Ubicación Del Camal Frigorífico Loja S.A. ....	13
3.2.3. Descripción Del Experimento .....	13
3.2.4. Variables en estudio.....	14
3.2.5. Toma De Registro De Datos .....	14
3.2.6. Análisis Estadístico.....	15
4. RESULTADOS.....	16
4.1. Sexo y Categoría .....	16
4.2. PH y Temperatura.....	16
4.3. Color.....	17
4.4. Interacción de PH y Color de Acuerdo a la Categoría y Sexo.....	18
4.4.1. Interacción De PH Y Color De Acuerdo Al Sexo .....	18
4.4.2. Interacción De Ph Y Color De Acuerdo A La Categoría.....	19



4.4.3.	Interacción De PH Y Color De Acuerdo A La Categoría Y Sexo .....	20
4.5.	Tipificación de Carnes Resultantes del Faenamiento .....	21
5.	DISCUSIÓN.....	23
5.1.	PH, Temperatura .....	23
5.2.	Color.....	24
5.3.	Interacción de PH y Color de Acuerdo a la Categoría y Sexo .....	25
5.3.1.	Interacción de pH y color de acuerdo al sexo .....	25
5.3.2.	Interacción de pH y color de acuerdo a la categoría.....	25
5.3.3.	Interacción de pH y color de acuerdo a la categoría y sexo.....	26
5.4.	Tipificación de Carnes Resultantes del Faenamiento .....	27
6.	CONCLUSIONES .....	28
7.	RECOMENDACIONES .....	29
8.	BIBLIOGRAFÍA .....	30
9.	ANEXOS .....	33

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Niveles de pH de acuerdo a la densidad de población.....	5
<b>Tabla 2.</b> Porcentajes de hembras y machos considerados en el estudio. ....	16
<b>Tabla 3.</b> Niveles de temperatura y pH.....	17
<b>Tabla 4.</b> Valores obtenidos de los indicadores de color.....	18
<b>Tabla 5.</b> Interacción de pH de acuerdo al sexo. ....	19
<b>Tabla 6.</b> Interacción de pH y color de acuerdo a la categoría. ....	20
<b>Tabla 7.</b> Interacción de pH y color de acuerdo a la categoría y sexo.....	21
<b>Tabla 8.</b> Porcentajes de carnes PSE, NORMAL Y DFD a los 225 minutos.....	22
<b>Tabla 9.</b> Porcentajes de carnes PSE, NORMAL y DFD a los 720 minutos.....	22

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación del Camal Frigorífico CAFRILOSA.....	12
<b>Figura 2.</b> pH metro utilizado.....	33
<b>Figura 3.</b> Colorímetro utilizado. ....	33
<b>Figura 4.</b> Prueba de los equipos. ....	34
<b>Figura 5.</b> Ensayo de toma de datos. ....	34
<b>Figura 6.</b> Inicio del trabajo de campo. ....	35
<b>Figura 7.</b> Ejecución de trabajo de campo.....	35

**“DETERMINACIÓN DE CARNES PSE, NORMAL Y DFD  
EN CERDOS FAENADOS EN EL CAMAL CAFRILOSA DE  
LA CIUDAD DE LOJA”**

## RESUMEN

La calidad de la carne está determinada por factores ante-mortem, mortem post-mortem, relacionados entre sí, los cuales repercuten en las propiedades nutritivas, organolépticas, tecnológicas e higiénicas- sanitarias de la canal. El tratamiento ante-mortem es decisivo en el desarrollo de carnes PSE (Pálidas, Blandas y Exudativas), normales y DFD (Oscuras, Firmes y Secas) afectando directamente a la calidad tecnológica de la carne (pH y color), disminuyendo los rendimientos de la canal y afectando directamente a la eficacia económica de la industria cárnica.

Motivo por el cual el objetivo fundamental de este estudio fue determinar las carnes PSE, normal y DFD en el camal CAFRILOSA de la ciudad de Loja, en el que se muestreo´ 328 animales (188 hembras y 140 machos); clasificados en 2 categorías: comercial (menor o igual a 6 meses con un peso menor o igual a 120 kg) e industrial (mayor a 6 meses con un peso mayor a 120 kg).

Las mediciones de pH y color se tomaron a los 45, 90, 225 y 720 minutos post- mortem. Catalogando como carnes PSE aquellas carnes con un pH final  $\leq 5,8$ ; DFD aquellas  $\geq 6,2$  y normales las que se encontraban entre 5,81- 6,19. Se obtuvo a los 225 minutos mayor incidencia de carnes normales en hembras y machos comercia- les 25,52 y 17,59 % respectivamente, mientras que las carnes PSE tuvieron mayor incidencia en hembras industriales 3,10 %, sin embargo los machos industriales pre- sentaron mayor tendencia a desarrollar carnes normales 2,41 %. No obstante a los

720 minutos tanto hembras como machos de las dos categorías desarrollaron carnes PSE obteniendo los siguientes resultados: hembra comercial 34,21 % e industrial 21,05 %; macho comercial 18,42 % e industrial 7,89 %.

El sexo, la categoría y su interacción no fueron las causantes de la variación del pH, sin embargo sí en los indicadores de color en todos los tiempos estudiados; reafirmando con ello que el desarrollo de carnes PSE y DFD se debe al tratamiento ante-mortem de los animales (alimentación, transporte, ayuno, tiempo de reposo, aturdimiento entre otros).

**Palabras claves:** Carnes PSE; Carnes DFD; Carnes normales.

## ABSTRACT

The meat quality is determined by ante-mortem, mortem and post – mortem factors, which are related among them and affect the nutritional, organoleptic, technological and hygienic properties of the carcass. The ante-mortem treatment is decisive in PSE (pale, soft and exudative), normal and DFD (Dark, Firm and Dry) meat development, directly affecting the meat technological quality (pH and color), decreasing the carcass performance and directly affecting the meat industry economy efficacy.

Taking into consideration the aforementioned, this study was aimed to determine PSE, normal and DFD meat at CAFRILOSA slaughterhouse at Loja city. 328 animals were taken for the sample (188 female and 140 male); classified into 2 categories: commercial (less or equal to six months age with less or equal 120 kg weight) and industrial (over six month's age with more than 120 kg weight). PH and color measurements were taken at 45, 225 and 720 minutes post-mortem. Determining as PSE meat those  $\leq 5,8$  as a final pH; DFD those  $\geq 6,2$  and normal those between 5,81- 6,19. At 225 minutes it was obtained a higher incidence of normal meat in commercial female and male carcass 25,52 y 17,59 % respectively; meanwhile PSE meat had a higher incidence in industrial female carcass 3,10 %, however industrial male carcass presented higher tendency to normal meat development 2,41 %. Nevertheless at 720 minutes females as much as male from both categories developed PSE meat, getting the following results: commercial female 34,21 % and industrial 21,05 %; commercial male 18,42 % and industrial 7,89 %.

The sex, category and their interaction were not the reasons for the pH variation, but for color indicators in all the studies times; reaffirming that the PSE and DFD meat development is because of the animals ante-mortem treatment (feeding, transport, fasting, repose time, daze among others)

**Key words:** PSE meat; DFD meat; normal meat

# 1. INTRODUCCIÓN

El alto consumo de carne de cerdo a nivel mundial se debe a los beneficios que esta brinda, como una fuente importante de proteína animal, considerada como un componente principal para la formación y recuperación de los huesos, músculos y del sistema inmunológico. Estas propiedades se reducen cuando los animales no reciben un tratamiento adecuado antes, durante y después del sacrificio, afectando directamente la calidad de la canal (Miele y Waquil, 2007).

La calidad de la carne abarca características de la composición de la canal que son determinantes en las propiedades nutritivas (cantidad de grasa, composición de ácidos grasos y valor proteico), organolépticas (color, terneza-jugosidad, sabor, olor y cantidad de grasa visible), tecnológicas (pH, capacidad de retención de agua, consistencia de la grasa, separación de tejidos y estabilidad oxidativa) e higiénico-sanitarias (higiene microbiológica, ausencia de residuos de antibióticos, metales, pesticidas, entre otros). La variación de estos parámetros genera cambios en la química muscular afectando su calidad (Coma y Piquer, 2000).

Los factores que afectan la calidad de la carne están dados en un 50 % por el productor y el otro 50 % por el sexo, peso, edad, valor genético, temperatura, humedad relativa, ayuno, mezcla de lotes distintos, densidad de transporte, descarga, reposo, manejo antes del sacrificio, el aturdimiento del animal, el propio sacrificio, proceso de enfriado de la canal, grasa dorsal y gen de halotano. Siendo factores que conducen al animal a padecer de estrés agudo o severo favoreciendo a la variación anormal del pH y color dada por una alteración en las concentraciones de glucógeno (Castrillón et al., 2007).

En el sacrificio, la concentración de glucógeno es alta en un animal sano y descansado, sin embargo cuando está expuesto a un estrés severo o agudo sus niveles varían y con ello el ácido láctico resultante luego del sacrificio. Las concentraciones de ácido láctico del músculo dan lugar a la pérdida o retención de líquido modificando el pH y color de la carne originando carnes Pálidas, Blandas y Exudativas (PSE) o carnes Oscuras, Firmes y Secas (DFD) (Loayza, 2017).

La importancia de determinar la presencia de carnes PSE, normal y DFD, cuantificando los parámetros de pH y color, radica en brinda información oportuna para la toma de medidas preventivas y la aplicación de los correctivos necesarios para evitar la incidencia

de carnes PSE y DFD, en empresas dedicadas al faenamiento de cerdos como el camal CAFRILOSA ubicado en la ciudad de Loja. Con estas referencias la presente investigación está enfocada en los siguientes objetivos:

- Determinar los niveles de pH y color en cerdos faenados en el camal de Cafrilosa de la ciudad de Loja.
- Evaluar la variación del pH y color de las carnes de cerdo de acuerdo a la categoría y sexo.
- Determinar el tipo de carnes de cerdo resultantes del faenamiento en el camal de Cafrilosa de la ciudad de Loja.



## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. La Carne**

La carne es el resultado de los cambios bioquímicos por los que pasa el músculo del animal una vez faenado permitiéndola madurar partir de procesos de acidificación del músculo que normalmente tiene una duración de 4-5 horas (Zimmerman, 2008). La calidad de carne está dada por factores sensoriales, nutricionales, higiénicos y tecnológicos dependientes de aspectos como la producción en la granja hasta el consumo, influenciados por la raza, genotipo, alimentación, manejo pre-sacrificio, tipo de aturdimiento, método de sacrificio, condiciones de refrigeración y almacenamiento (Beshah, 2014).

La calidad tecnológica de la carne es indicativo de su utilidad y aceptabilidad para el consumidor, dada por características como el color, la capacidad de retención de agua (CRA), textura y cantidad de grasa (intramuscular/intermuscular/subcutánea) influenciada por factores genéticos, ante-mortem (transporte, manejo pre-sacrificio, ayuno y tipo de aturdimiento) y post-mortem (conversión de músculo a carne y evolución del pH) (Beshah, 2014).

### **2.2. Cambios Químicos Post-Mortem**

Una vez sacrificado el animal, la glicólisis anaeróbica inicia generando ácido láctico en grandes cantidades y escasamente ATP, estos procesos hacen que el músculo pierda su flexibilidad y elasticidad, ya que el ácido láctico se concentra en el músculo originando el descenso de pH, su concentración depende de la cantidad de glucógeno presente en el momento del sacrificio, siendo determinantes en la aparición de carnes PSE Y DFD (Asencios, 2004).

### **2.3. Características Tecnológicas De La Carne**

Las características tecnológicas de la carne son de tipo cuantitativo, entre estas mediciones tenemos al pH asociado a la temperatura y el color.

### **2.4. PH**

El pH brinda información sobre la calidad físico-química de la carne de manera rápida y fácil, y conjuntamente con la temperatura influye de manera directa en el

color convirtiéndose en otro indicador de la calidad en la carne, así como la capacidad de retención de agua y su vida de anaquel (Loayza, 2017).

El pH del músculo de un animal antes del sacrificio es de 7,0- 7,2 que cae a 5,4-6,2 post-mortem debido a la acumulación del ácido láctico en el músculo, la velocidad del descenso como el valor final del pH determinan la calidad tecnológica de la carne. Si el pH baja muy rápido alcanzando un valor de 6,0 en los primeros 45 minutos post-mortem y el final es de 5,6 la carne adquiere un color pálido, sin textura y sin capacidad de retención de agua (PSE), estas condiciones se dan por factores que causan estrés como el manejo, infraestructura, matadero y la genética. Por lo contrario si el pH final es elevado da lugar a carnes oscuras, firmes y secas (DFD) con mayor capacidad de retención de agua, consistencia firme, aspecto seco y susceptibilidad a la putrefacción ocasionada por la menor formación de ácido láctico. De esta manera el color, jugosidad, textura y aroma esta directa o indirectamente relacionados con el pH obtenido en la maduración de la canal (Beshah, 2014).

## **2.4.1. Factores Que Afectan El PH**

### **2.4.1.1. Factores Ante-Mortem**

El estrés y los corrales son muy importantes en la variación final del pH, su intensidad y variabilidad en los animales afecta directamente en los rasgos tecnológicos de la carne, el estrés ante-mortem es determinante en las modificaciones bioquímicas post-mortem del músculo y con ello la calidad de la carne. Influenciando mayormente en la movilización de las reservas de glucógeno muscular si este se agota o reduce durante el sacrificio, la acidificación post-mortem se reducirá de forma significativa.

a) **Transporte:** El transporte juega un papel importante en la alteración del pH, ya que se considera un fenómeno desconocido y estresante para los animales que además involucra actividades como la carga, confinamiento, descarga y encierre en un nuevo ambiente llevando al animal a experimentar malestar durante el transporte al exponer a los animales a factores ambientales como la temperatura extrema, ruidos y movimientos. Estas prácticas representan importantes pérdidas económicas en la industria cárnica (Beshah, 2014).

**b) Corrales De Descanso:** Los corrales son determinantes en la glucólisis post-mortem del músculo, afectando su terneza para dar lugar a carnes DFD, por las peleas entre los animales de diferentes granjas y lotes (Beshah, 2014). De la misma manera Čobanović et al. (2016) corrobora estos datos en su artículo titulado “The influence of pre-mortem conditions on pale, soft and exudative (PSE) and dark, firm and dry (DFD) pork meat” desarrollado durante la época de otoño, invierno, primavera y verano, sobre 480 animales resultado de cruces Yorkshire X Landrace con un peso de 120 Kg y 6 meses de edad, los cerdos fueron transportados en distintas densidades de población que variaron de 0,27 a 0,53 m<sup>2</sup>/100 Kg de peso.

Los cerdos fueron evaluados visualmente de acuerdo a las lesiones cutáneas a los 45 min post-mortem de acuerdo al protocolo Welfare Quality, en el que registró lo siguiente:

**Tabla 1.** Niveles de pH de acuerdo a la densidad de población.

Parámetro	Bajas lesiones cutáneas			Altas lesiones cutáneas		
	Densidad de población			Densidad de población		
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
pH 45	6.16	6.17	6.19	6.02	6.19	6.41
T (°C)	39.35	39.24	39.13	40.41	39.32	40.31
PSE (%)	6.99	3.03	9.30	55.23	4.76	12.50
NORMAL (%)	85.72	90.91	80.23	37.31	90.48	28.12
DFD (%)	6.29	6.06	10.47	7.46	4.76	59.38

Fuente: Čobanović et al. (2016)

**c) Manejo Antes Del Sacrificio:** El manejo brindado a los cerdos durante la conducción al lugar de aturdimiento, la sujeción del animal el propio aturdimiento además de influir en el bienestar del animal afecta la calidad de la canal y de la carne. Un ayuno de 12 a 18 horas antes del transporte es recomendado para evitar episodios de mareos en el animal, disminución de contaminación de la canal por enterobacterias durante la evisceración y la reducción de mortalidad en el transporte; un ayuno prolongado lleva al animal a consumir todas sus reservas

obligándolo a tomar las reservas del musculo afectando directamente en la variación final del pH (Beshah, 2014).

#### ▪ **Factores Post-Mortem**

El ritmo del metabolismo post-mortem es la causa de la calidad de la carne de cerdo, su perdida se atribuye a la desnaturalización de las proteínas. La velocidad del descenso y valor final del pH determinan las características como el color, textura y capacidad de retención de agua (Beshah, 2014).

#### **2.4.2. Carnes Pálidas, Blandas y Exudativas (PSE)**

Las carnes Pálidas, Blandas y Exudativas (PSE) por sus siglas en ingles se presentan en canales de animales que fueron expuestos a un estrés de corto plazo o agudo antes del sacrificio, donde se da una glicolisis rápida post-mortem dando como resultado una acidificación de la canal en la primera hora post-mortem. El pH baja rápidamente a valores menores a 6,0 en las primeras horas post-mortem y el pH final es menor de 5,6 adquiriendo un color pálido, pierde la textura y exuda agua. El pH bajo y la elevada temperatura de la canal dan lugar a la desnaturalización de las proteínas musculares y con ello a que estas se encuentren menos ligadas al agua reduciendo de la retención de agua y aumentando la palidez de la canal, este tipo de carne en la industria cárnica presenta problemas por su pobre habilidad para ligar (Beshah, 2014)

Este tipo de carnes son más frecuentes en cerdos genéticamente sensibles al estrés e influenciadas por el peso, edad, grasa dorsal, ayuno, estación del año, tiempo de transporte, densidad temperatura, humedad, aturdimiento y sistema de frio (Castrillón et al., 2007).

En algunos casos el pH del músculo cae rápidamente por debajo de 5,80 en la primera hora provocando las carnes PSE, un pH bajo impide el crecimiento microbiano, la desnaturalización de las proteínas musculares causando la pérdida de la solubilidad de la proteína, retención de agua y la pobre pigmentación del músculo (Beshah, 2014).

### **2.4.3. Carnes Oscuras, Firmes y Secas (DFD)**

La carne DFD también denominadas glazy en los cerdos por su aspecto vidrioso es un tipo de carne resultante de animales sensibles al estrés a largo plazo, dado por elevadas temperaturas ambientales, esfuerzos extremos y fuerte excitación. Las carnes DFD se producen cuando el glucógeno de los músculos se agota antes del sacrificio impidiendo la conversión del ácido láctico dando como resultado una acidificación del músculo incompleta y que el pH de la carne sea superior a 6,0 - 6,2 aumentando la capacidad de retención de agua de manera exagerada impidiendo el paso del oxígeno y volviendo las carnes más rojas de lo normal (Asencios, 2004). Generando un medio adecuado para la proliferación de microorganismos patógenos (Loayza, 2017).

La falta de glucógeno muscular al momento del sacrificio se debe al estrés que estuvo expuesto el animal antes del sacrificio como el transporte inadecuado de largas distancias o ayunos prolongados. Generalmente los machos son más propensos a la aparición de carnes DFD por su temperamento excitable y agresividad (Beshah, 2014).

#### **2.4.3.1. Medición Del PH**

Para la medición del pH de la carne existen varios instrumentos formados a base de electrodos que permiten la obtención de datos a través de inmersión o penetración y estos pueden ser de tipo metálico o vidrio. Los pH-metros por inmersión son muy útiles para mediciones realizadas en homogenizados de carne mientras que los de penetración se los utiliza para la medición del pH en las piezas del animal post mortem (Zimerman, 2008).

Las mediciones de pH en la canal se las debe realizar en dos tiempos a los 45 minutos y a las 24 horas post mortem en el musculo longissimus dorsi de la media canal izquierda entre la 4ta y 5ta vértebra lumbar evitando en lo posible que el electrodo toque la grasa (Zimerman, 2008).

Sin embargo existen investigaciones como la elaborada por Josell et al. (2003) en que tomó mediciones de pH a los 45 minutos y 24 horas en los músculos longissimus dorsi, semimembranosus, bíceps femoral, cuádriceps femoral glúteo

medio y el semitendinosus en cruces de cerdos de las razas Landrace (L), Yorkshire (Y), Hampshire (H), Duroc (D) los cruces en estudio fueron LYH, LYY, LYD, LYHY donde obtuvieron valores de pH bajos en el cruce LYH de los músculos longissimus dorsi y semimembranosus medidos 24 horas post-mortem, valores cercanos a los obtenidos en los cruces LYD, LYY y LYHY; y más bajos en los músculos bíceps femoral, cuádriceps femoral, glúteo medio y semitendinosus con una frecuencia alta del 23 % de carnes PSE.

#### **2.4.4. Color**

La determinación del color de la carne se lo realiza por medio de plantillas de manera sensorial, que varía de acuerdo a la percepción del operador y por medio de colorímetros que hacen más exacta la percepción del color de la carne.

##### **2.4.4.1. Medición Del Color**

La medición del color en la carne se la realiza mediante analizadores L, A, B como los colorímetros y espectrofotómetros que cuantifican la luminosidad (L), intensidad rojo/verde (enrojecimiento) (A) los valores positivos indican rojo y negativo verde y la intensidad amarillo/azul (amarillez) (B) donde positivo hace referencia a amarillo y el negativo al azul. Según una revisión bibliográfica realizada por Adzitey y Nurul (2011) los valores L en carnes DFD oscilan de 42-48, PSE de 60-66 y las carnes normales tienen un promedio de 54.

Por lo contrario O'Neill et al. (2003) en un ensayo sobre la influencia de la época del año en la incidencia de PSE y DFD en carnes de cerdo, realizado durante 15 meses donde muestreó 4560 animales, en el cual midió pH y color a los 45 min, 90 min y 24 H, post-mortem en el músculo longissimus dorsi. Señalando en el pH las siguientes medias a los 45 min (6,22), 90 min (5,89) y 24 H (5,59) y valores de L: 45, 6, A: 7,8 y B: 6. Atribuyendo esta variabilidad en parte al clima y mayoritariamente al tiempo de descanso de los animales antes del sacrificio por el aumento de la tasa de sacrificios en los meses de Noviembre y Diciembre.

#### **2.4.4.2. Trabajos Relacionados**

En la investigación realizada por Rojo et al. (2005) titulada “Incidencia de carne Pálida, Suave y Exudativa (PSE) y Oscura, Firme y Seca (DFD) en cerdos sacrificados en la región del Bajío en México”, donde analizó 1099 cerdos de granjas tecnificadas y no tecnificadas en los que midió pH, color y retención de agua a los 45 minutos y 24 horas post-mortem en el músculo semimembranosus.

En el presente, obtuvieron mayor incidencia de músculos PSE y DFD en otoño en granjas tecnificadas del 1,78 y 10,2 % y en granjas no tecnificadas de 8,0 y 12,4 % respectivamente. Mientras que en verano las granjas tecnificadas evidenciaron una incidencia de 3,5 % de carnes PSE y 22,0 % de carnes DFD y las granjas no tecnificadas registraron el 1 % en PSE y el 28 % en DFD. Por otro lado la luminosidad se vio afectada por la época (otoño y verano) y origen de los cerdos (granjas tecnificadas); el enrojecimiento y amarillez se elevaron en los datos registrados en otoño en las granjas no tecnificadas. Otorgando la causa de la elevada incidencia de carnes DFD a la época de sacrificio.

En el artículo publicado por la Universidad Federal de Santa María en la Revista Ciencia Rural de la autoría de Ludtke et al. (2012) titulado “Animal welfare at pre-slaughter handling and the influence on pork meat quality and on stress physiological parameters” realizado en 120 cerdos con un peso promedio de 115 Kg, sometidos a dos tipos de tratamientos durante el transporte, que abarcaban aspectos como los sistemas de carga, descarga, genética y compromiso entre los modelos genéticos, en el que menciona haber obtenido los siguientes valores medios de pH final: 5,60 y 5,57 para cada tratamiento, así mismo una luminosidad de 41,52 y 41,21; valores que no mostraron diferencia entre los sistemas de carga y descarga.

En el artículo “The effect of stunning method on the incidence of PSE meat and haemorrhages in pork carcasses” de la autoría de Velarde et al. (2000), realizada en 2321 y 2395 lomos para medir color y pH respectivamente, a las 2 y 7 horas post-mortem en mataderos equipados con aturdimiento eléctrico y con CO<sup>2</sup>. Registrando en los cerdos que recibieron aturdimiento eléctrico medias de pH final de 5,7; y valores de luminosidad de 42,4, de enrojecimiento 7,0 y amarillez de 3,1 a las 2 horas post-mortem alcanzando un porcentaje de PSE de 8,8 y DFD de 16,1; mientras que

a las 7 horas post-mortem la media de pH fue 5,5; luminosidad 44,4; enrojecimiento 8,4 y amarillez 3,3 logrando un porcentaje de PSE de 18,8 y DFD de 9. Datos relativamente altos en comparación a los obtenidos en los cerdos beneficiados de aturdimiento con CO<sup>2</sup> que a las 2 horas post-mortem marcaron los siguientes valores pH: 5,6, luminosidad: 40,6, enrojecimiento: 6,1 y amarillez: 2,1; con un porcentaje de carnes PSE del 3,8% y DFD del 8,6%; mientras que a las 7 horas post-mortem las medias fueron pH:5,5, luminosidad: 42,1, enrojecimiento: 7,8, amarillez: 3,3 y porcentajes de PSE del 13,3% y DFD del 3,9%. Concluyendo que el uso de CO<sup>2</sup> reduce considerablemente la incidencia de carnes PSE y DFD.

Simer (2015) en la monografía de especialización titulada “Incidencia de carnes PSE (Pale, Soft and Exudative) e DFD (Dark, Firm and Dry) en lombo (Longissimus dorsi) de matrices suínas de descarte” ejecutada en 89 cerdos de 230 kg de peso vivo en el músculo longissimus dorsi en los que se midió pH y color a las 24 horas post-mortem. Recabando las siguientes medias en carnes normales: pH: 5,78, luminosidad: 48,55, enrojecimiento: 14,27 y amarillez: 8,70; mientras que las medias de las carnes PSE fueron: pH: 5,59, Luminosidad: 53,88, enrojecimiento: 12,72 y amarillez: 9,02; sin embargo las carnes DFD registraron medias de pH: 6, luminosidad: 42,61, enrojecimiento: 14,34 y amarillez: 7,29. Obteniendo finalmente un porcentaje del 63% de carnes normales, el 14% de carnes PSE y el 23% de carnes DFD. Atribuyendo esta variabilidad al incorrecto transporte de los animales antes del sacrificio.

La investigación titulada “The growth performance, carcass characteristics, and meat quality of halothane carrier and negative pigs” realizada por Leach et al. (1996) en 144 animales con pesos de 110 a 125 Kg de peso vivo, analizados a 45 minutos y 24 horas post-mortem en el músculo longissimus thoracis a nivel de la décima costilla. En el que se apreció una media de pH a los 45 minutos en machos del 6,4 y en hembras del 6,5; mientras que la media de pH a las 24 horas post-mortem en machos fue de 5,7 y en hembras de 5,6. Las variables del color en machos fueron las siguientes: luminosidad (43,2), enrojecimiento (9,4) y amarillez (6,5) y en hembras se obtuvo lo siguiente: luminosidad (44,4), enrojecimiento (9,4) y amarillez (6,6). Encontrando mínimos efectos del sexo y peso sobre la calidad de la carne.



En la revista *Journal of Animal Science*, Latorre et al. (2008) publicó el artículo “The effects of sex and slaughter weight on growth performance and carcass traits of pigs intended for dry-cured ham from Teruel (Spain)”, que se realizó en 200 cerdos de un peso promedio de 120, 125, 130, 135 y 140 Kg con el fin de estudiar el efecto del sexo y peso al sacrificio en la calidad de la carne y rendimiento al crecimiento, en la cual se midió pH en el músculo semimembranosus a los 45 minutos y 24 horas post-mortem, obteniendo una media de pH en machos de 6,24 y hembras de 6,29 a los 45 minutos post-mortem, mientras que a las 24 horas los machos alcanzaron un pH de 5,74 y las hembras 5,80, demostrando significancia en la relación establecida con el peso al sacrificio.

De la misma manera Latorre et al. (2003) en su artículo titulado “Effect of gender, terminal sire line and age at slaughter on performance, carcass characteristics and meat quality of heavy pigs”, ejecutado con 240 cerdos con el mismo fin de evaluar el efecto del sexo y edad al sacrificio, evaluando pH a los 45 minutos y 24 horas post-mortem, alcanzando en los machos una media de 6,01 y en las hembras de 5,96 a los 45 minutos post-mortem, por otro lado la media obtenida en las 24 horas post-mortem en los machos fue de 5,86 y en hembras de 5,79. Encontrando significancia en la interacción entre la media de pH tomado a las 24 horas post-mortem y la edad al sacrificio, por otro lado de las variantes determinantes del color únicamente el enrojecimiento demostró significancia con el sexo y edad al sacrificio de los cerdos faenados.

## 3. MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. Materiales

#### 3.1.1. Materiales De Campo

- pH-metro portátil HANNA HI 99163
- Escala de colores para carnes de cerdo
- Overol
- Botas
- Guantes
- Equipo de bisturí
- Canales de cerdos faenados

#### 3.1.2. Materiales De Oficina

- Cámara fotográfica
- Computadora
- Esferos
- Libreta de apuntes
- Hoja en blanco
- Impresora

### 3.2. Métodos

#### 3.2.1. Ubicación Del Experimento

- Mapa



Figura 1. Ubicación del Camal Frigorífico CAFRILOSA.

### 3.2.2. Ubicación Del Camal Frigorífico Loja S.A.

La presente investigación se la realizara en el Camal Frigorífico Loja S.A (CA-FRILOSA) ubicado en la avenida Turunuma, S/N y Granada, en el sector del Valle, Barrio Turunuma del cantón Loja, que limita al norte con la provincia de Zamora Chinchipe y los cantones Saraguro y Portovelo, al este y sur con Zamora Chinchipe y al oeste con los cantones Espindola, Quilanga, Gonzanama y Catamayo. El cantón Loja está ubicado en las coordenadas 3°59'26" S 79°12'18" O y cuenta con las siguientes características meteorológicas:

- Altitud: 2060 m.s.n.m.
- Clima: 17 – 28 °
- Precipitaciones: 1058 mm anuales
- Humedad media: 64,75 %
- Formación ecológica: cálido- templado.

### 3.2.3. Descripción Del Experimento

#### 3.2.3.1. Tamaño De La Muestra

Se tomó datos de 328 animales independientemente de la categoría y sexo considerando que en el camal se faenan mensualmente una cantidad promedio de 2200 cerdos. El tamaño de la muestra se lo determino utilizando la siguiente formula:

$$n = \frac{\frac{Z^2 \times P(1-P)}{e^2}}{1 + \frac{Z^2 \times P(1-P)}{e^2 \times N}}$$

Donde:

n= muestra

N= población

P= probabilidad

Z= nivel de confianza 95 %

E= error de muestreo

$$n = \frac{\frac{1,96^2 \times 0,5(1 - 0,5)}{0,05^2}}{1 + \frac{1,96 \times 0,5(1 - 0,5)}{0,05^2 \times 2200}}$$

N= 328.96 Animales

### **3.2.4. Variables en estudio**

- Sexo
- Categoría
- pH
- Temperatura
- Color

### **3.2.5. Toma De Registro De Datos**

Los datos fueron tomados y registrados de forma aleatoria en donde se consideró las variables propuestas las mismas que estuvieron establecidas bajo las condiciones de la empresa.

#### **3.2.5.1. Sexo**

Para la determinación del sexo de los individuos se realizó mediante observación directa antes del eviscerado registrando en una libreta de campo para su posterior ingreso a la base de datos diseñada en el programa Excel.

#### **3.2.5.2. Categoría**

La categorización de los individuos estuvo condicionada al manejo realizado en la empresa CAFRILOSA donde se manejan criterios de clasificación de los individuos a momento de faenar en comercial e industrial considerando comercial a los animales menores o iguales a 6 meses y menores o iguales a 120 Kg e industriales a los mayores a 6 meses y mayores a 120 Kg.

### **3.2.5.3. PH y Temperatura**

Para la determinación de pH y temperatura se utilizó el pHmetro digital portátil para carnes HANNA/ HI99163, en el músculo semitendinoso a los 45, 90 y 225 minutos pos-eviscerado de los cerdos destinados a la distribución inmediata, y a los 720 minutos de los cerdos destinados a refrigeración.

### **3.2.5.4. Color**

La determinación del color de la carne se lo realizó mediante un analizador colorímetro portátil (BELEY) en el músculo semitendinoso en la parte interna del miembro pelviano, a los 45, 90 y 225 minutos pos-eviscerado de los cerdos destinados a la distribución inmediata, y a los 720 minutos de los cerdos destinados a refrigeración.

### **3.2.6. Análisis Estadístico**

Se realizó un análisis de variabilidad utilizando el procedimiento MIXED del programa estadístico SAS (SAS University Edition 2016), donde la categoría y el sexo fueron las variables fijas y el pH, temperatura y color las variables independientes. Finalmente se tipificó la carne resultante en relación a los niveles de pH tomados en los 225 y 720 minutos, siendo así que las carnes PSE fueron aquellas con valores menor o igual a 5.8 , las carnes DFD las que sobrepasaron los valores 6.2 y las carnes NORMALES las que se encontraron entre 5.81 – 6.19.

## 4. RESULTADOS

La obtención de los resultados de la presente investigación se consideró 328 animales determinados de acuerdo al muestreo aleatorio simple.

### 4.1. Sexo y Categoría

De los animales considerados en el estudio se identificaron los siguientes porcentajes.

**Tabla 2.** Porcentajes de hembras y machos considerados en el estudio.

Sexo	%	Categoría	%	Total
Hembras	57,3	Comercial	86,2	100
		Industrial	13,8	
Machos	42,7	Comercial	88,6	100
		Industrial	11,4	

### 4.2. PH y Temperatura

Como se muestra en la Tabla 3, los niveles de pH variaron conforme al tiempo que fueron tomados, siendo así que la media obtenida en el minuto 45 fue de 6,17 con una temperatura de 37,2°C, disminuyendo para el minuto 90 donde se obtuvo una media de 6,01 a una temperatura de 34,2°C, bajando aún más para el minuto 225 en el cual se alcanzó un pH de 5,9 con una temperatura de 32,7°C mientras que en el minuto 720 marcó 5,61 y una temperatura de 16,9.

**Tabla 3.** Niveles de temperatura y pH.

<b>Variables</b>	<b>N</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DESV.EST</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>
<i>Tiempo = 45 minutos</i>					
Temperatura	328	37,2	1,58	32,9	40,1
pH	328	6,17	0,32	4,58	6,81
<i>Tiempo = 90 minutos</i>					
Temperatura	328	34,2	2,04	28,2	39,9
pH	328	6,01	0,32	4,8	6,73
<i>Tiempo = 225 minutos</i>					
Temperatura	290	32,7	2,79	23,5	39,7
pH	290	5,9	0,33	4,96	6,95
<i>Tiempo = 720 minutos</i>					
Temperatura	38	16,9	3,01	10,2	20
pH	38	5,61	0,21	5,0	6,16

N= Número de individuos muestreados.

### 4.3. Color

En la Tabla 4 se puede apreciar una variación en las medias de los indicadores de color siendo así que en el minuto 45 se obtuvo L:34,1; A:8,75; B: -3,72, en el minuto 90 L:33,5; A:8,89; B:-3,18, en el minuto 225 L: 33,3; A: 9,02; B:-2,95 y al minuto 720 L: 31,3; A: 9,76; B: 1,14 donde se puede evidenciar que a medida que avanza el tiempo post-mortem existe disminución en la luminosidad y aumento en el enrojecimiento y amarillez de las canales

**Tabla 4.** Valores obtenidos de los indicadores de color.

<b>VARIABLES</b>	<b>N</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DESV.EST</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>
<i>Tiempo = 45 minutos</i>					
L	328	34,1	4,06	25,8	44,7
A	328	8,75	2,28	2,96	17,7
B	328	-3,72	1,29	-6,35	3,53
<i>Tiempo = 90 minutos</i>					
L	328	33,5	3,96	20,9	49,6
A	328	8,89	2,60	0,33	16,9
B	328	-3,18	1,68	-6,47	4,08
<i>Tiempo = 225 minutos</i>					
L	290	33,3	4,16	20,4	53,6
A	290	9,02	2,63	2,76	16,4
B	290	-2,95	1,91	-6,26	8,8
<i>Tiempo = 720 minutos</i>					
L	38	31,3	4,27	24,7	41,6
A	38	9,76	2,24	4,5	14,4
B	38	1,14	3,08	4,01	11,1

N= Número de individuos muestreados; L= Luminosidad; A= Enrojecimiento; B= Amarillez.

#### **4.4. Interacción de PH y Color de Acuerdo a la Categoría y Sexo**

##### **4.4.1. Interacción De PH Y Color De Acuerdo Al Sexo**

En la Tabla 5 podemos apreciar que la variación de la amarillez se encuentra ligada al sexo ya que mostró diferencia significativa en el minuto 225 y 720 con un p Valor de 0,040 y 0,031 respectivamente, a diferencia del pH y los indicadores de la luminosidad y enrojecimiento que no mostraron diferencia significativa.



**Tabla 5.** Interacción de pH de acuerdo al sexo.

Variables	Sexo		EEM	P Valor
	Machos	Hembras		
<i>Tiempo = 45 minutos</i>				
°C	36,7	37,1	0,17	0,197
Ph	6,24	6,14	0,03	0,064
L	32,6	32,7	0,30	0,853
A	8,71	9,46	0,19	0,072
B	-3,47	-3,44	0,13	0,890
<i>Tiempo = 90 minutos</i>				
°C	33,6	33,8	0,17	0,521
Ph	6,07	5,99	0,03	0,210
L	32,1	32,0	0,30	0,876
A	9,15	9,61	0,19	0,277
B	-2,75	-2,6	0,13	0,590
<i>Tiempo = 225 minutos</i>				
°C	32,0	32,7	0,18	0,097
Ph	5,87	5,88	0,03	0,944
L	31,1	32,3	0,32	0,093
A	9,35	9,29	0,20	0,883
B	-1,1	-2,67	0,14	0,040
<i>Tiempo = 720 minutos</i>				
°C	18,7	17,8	0,45	0,266
Ph	5,56	5,57	0,06	0,926
L	32,1	31,0	0,81	0,411
A	8,79	9,61	0,48	0,301
B	0,32	1,6	0,37	0,031

N= Número de individuos muestreados; L= Luminosidad; A= Enrojecimiento; B= Amarillez.

#### 4.4.2. Interacción De Ph Y Color De Acuerdo A La Categoría

Tal como lo indica la Tabla 6 la variabilidad del color de la canal se encuentra relacionada con la categoría del animal sacrificado, siendo así que en la mayoría

de tiempos estudiados (minuto 45, 90 y 225) demuestran significancia en todos o algunos indicadores del color alcanzando un p Valor menor a 0,05; a diferencia del pH en el que se evidencia significancia en las mediciones tomadas en el minuto 720.

**Tabla 6.** Interacción de pH y color de acuerdo a la categoría.

Variables	Categoría		EEM	P Valor
	Industrial	Comercial		
<i>Tiempo = 45 minutos</i>				
°C	36,5	37,3	0,17	0,043
Ph	6,21	6,17	0,03	0,469
L	30,7	34,6	0,30	< 0,001
A	9,59	8,59	0,19	0,018
B	-3,09	-3,82	0,13	0,01
<i>Tiempo = 90 minutos</i>				
°C	33,1	34,3	0,17	0,001
Ph	6,05	6,01	0,03	0,448
L	30,1	33,9	0,30	< 0,001
A	10,1	8,69	0,19	0,001
B	-1,98	.3,37	0,13	< 0,0001
<i>Tiempo = 225 minutos</i>				
°C	32,1	32,7	0,18	0,14
Ph	5,83	5,91	0,03	0,201
L	29,8	33,7	0,32	< 0,0001
A	9,66	8,97	0,20	0,138
B	-1,59	.3,08	0,14	< 0,001
<i>Tiempo = 720 minutos</i>				
°C	19,8	16,7	0,45	< 0,001
Ph	5,45	5,67	0,06	0,026
L	30,7	32,4	0,81	0,195
A	8,54	9,86	0,48	0,094
B	1,52	0,40	0,37	0,058

N= Número de individuos muestreados; L= Luminosidad; A= Enrojecimiento; B= Amarillez

#### 4.4.3. Interacción De PH Y Color De Acuerdo A La Categoría Y Sexo

La Tabla 7 demuestra que la variación de los indicadores de color (L, A y B) están ligados al sexo y categoría ya que alcanzaron p Valor menor a 0,05 en todos los tiempos estudiados, a excepción de B en el minuto 45, A en el minuto 225 y en el minuto 720 L y A, que obtuvieron un p Valor mayor a 0,05.

**Tabla 7.** Interacción de pH y color de acuerdo a la categoría y sexo.

<b>Sexo</b>	<b>Hembras</b>		<b>Machos</b>		<b>EEM</b>	<b>P Valor</b>
<b>Categoría</b>	<b>Comercial</b>	<b>Industrial</b>	<b>Comercial</b>	<b>Industrial</b>		
<i>Tiempo = 45 minutos</i>						
°C	36,4	36,9	37,1	36,2	0,17	0,130
Ph	6,16	6,11	6,18	6,31	0,03	0,293
L	33,9 <sup>a</sup>	31,6 <sup>b</sup>	35,4 <sup>c</sup>	29,9 <sup>bd</sup>	0,30	< 0,001
A	8,76 <sup>a</sup>	10,17 <sup>b</sup>	8,42 <sup>ac</sup>	9,00 <sup>ab</sup>	0,19	0,012
B	-3,75	-3,12	-3,88	.3,06	0,13	0,069
<i>Tiempo = 90 minutos</i>						
°C	34,3 <sup>a</sup>	33,3 <sup>ab</sup>	34,3 <sup>a</sup>	32,8 <sup>ab</sup>	0,17	0,01
Ph	6,00	6,00	6,02	6,11	0,03	0,574
L	33,7 <sup>a</sup>	30,3 <sup>b</sup>	34,2 <sup>a</sup>	30,0 <sup>bc</sup>	0,30	< 0,001
A	8,86 <sup>a</sup>	10,3 <sup>b</sup>	8,51 <sup>a</sup>	9,79 <sup>ab</sup>	0,19	0,03
B	-3,31 <sup>a</sup>	-1,89 <sup>b</sup>	-3,43 <sup>a</sup>	-2,07 <sup>bc</sup>	0,13	< 0,001
<i>Tiempo = 225 minutos</i>						
°C	32,8	32,6	32,5	31,5	0,18	0,177
Ph	5,91	5,85	5,92	5,82	0,02	0,628
L	33,6 <sup>a</sup>	31,1 <sup>a</sup>	33,7 <sup>a</sup>	28,5 <sup>ab</sup>	0,32	< 0,001
A	8,94	9,63	9,00	9,70	0,20	0,508
B	.2,97 <sup>a</sup>	-2,38 <sup>a</sup>	-3,18 <sup>ac</sup>	-8, 81 <sup>b</sup>	0,14	< 0,001
<i>Tiempo = 720 minutos</i>						
°C	16,3 <sup>a</sup>	19,4 <sup>b</sup>	17,1 <sup>a</sup>	20,2 <sup>bc</sup>	0,45	< 0,001
Ph	5,65	5,48	5,79	5,42	0,06	0,165
L	32,7	29,3	32,1	32,0	0,81	0,139
A	10,5	8,76	9,26	8,32	0,48	0,109
B	0,91 <sup>a</sup>	-2,29 <sup>b</sup>	-0,11 <sup>a</sup>	-0,75 <sup>ab</sup>	0,37	0,024

°C = Temperatura; L=luminosidad; A= Enrojecimiento; B= Amarillez.

#### 4.5. Tipificación de Carnes Resultantes del Faenamiento

Los porcentajes correspondientes a los tipos de carnes (PSE, normal y DFD) obtenidas durante el trabajo investigativo se muestran en la Tabla 8 y 9 clasificadas de acuerdo al sexo, categoría y tiempo en el que se tomó la muestra.

**Tabla 8.** Porcentajes de carnes PSE, NORMAL Y DFD a los 225 minutos.

<b>Sexo</b>	<b>Categoría</b>	<b>&lt; 5,8</b>	<b>5,8 – 6,2</b>	<b>&gt;6,2</b>	<b>Total</b>
Hembra	Comercial	16,21	25,52	7,93	49,66
Macho	Comercial	13,45	17,59	9,31	40,34
Hembra	Industrial	3,10	2,41	0,34	5,86
Macho	Industrial	1,72	2,41	0,00	4,14
Total					100,00

**Tabla 9.** Porcentajes de carnes PSE, NORMAL y DFD a los 720 minutos.

<b>Sexo</b>	<b>Categoría</b>	<b>&lt; 5,8</b>	<b>5,8 – 6,2</b>	<b>&gt;6,2</b>	<b>Total</b>
Hembra	Comercial	34,21	13,16	0,00	47,37
Macho	Comercial	18,42	0,00	0,00	18,42
Hembra	Industrial	21,05	2,63	0,00	23,68
Macho	Industrial	7,89	2,63	0,00	10,53
Total					100,00

## 5. DISCUSIÓN

### 5.1. PH, Temperatura

En un estudio realizado por Čobanovič et al. (2016) sobre la influencia de las condiciones pre-mortem en la carne pálida, suave y exudativa (PSE) y oscura, firme y seca (DFD) obtuvieron valores de pH a los 45 minutos que variaron de 6,17 a 6,21 en temperaturas de 39,26°C a 40,22°C. Así mismo Rojo et al. (2005) en una investigación sobre la incidencia de carne pálida-suave-exudativa (PSE) y oscura-firme-seca (DFD) en cerdos sacrificados en la región del Bajío en México obtuvieron datos a los 45 minutos de pH= 6,4. Mientras que O'Neill et al. (2003) en su trabajo titulado "Influence of the time of year on the incidence of PSE and DFD in Irish pig meat" registraron un pH a los 45 minutos después del sacrificio inferior a 6,21 con una temperatura de 39,9°C.

Los datos obtenidos en las investigaciones anteriormente mencionadas concuerdan con la información registrada en este trabajo investigativo ya que se obtuvo un pH= 6,17 pese a tener una temperatura de 37,21°C. Lo que nos demuestra que la variación de la temperatura no influye sobre el valor del pH.

O'Neill et al. (2003) en su estudio obtuvo un pH de 5,89 con una temperatura de 34,2 °C a los 90 minutos post-mortem, resultandos diferentes a los obtenidos en el presente estudio donde se registró un pH de 6,01 con una temperatura de 34,16°C. Esto debido a que las condiciones del estudio realizado por O'Neill et al. (2003) fueron diferentes a las de la presente investigación.

En una investigación sobre la influencia de la manipulación previa al sacrificio en la calidad de la carne y los parámetros fisiológicos del estrés de Ludtke et al. (2012) registro un pH final que varía entre 5,57-5,60, coincidiendo con Josell et al. (2003) en su trabajo titulado "Sensory quality and the incidence of PSE of pork in relation to

crossbreed and RN phenotype” donde menciona haber obtenido un pH final que varía de 5,47 a 5,6. En la presente investigación el pH final obtenido a los 225 minutos fue de 5,9 con una temperatura de 32,72 °C diferente a los obtenidos en los estudios antes mencionados atribuyéndole a las diferentes condiciones en las que se dieron.

Mientras que O’Neill et al. (2003) manifiesta que en el desarrollo de su trabajo el pH final de canales refrigeradas fue de 5,59 con una temperatura de 1,3°C. Datos similares a los obtenidos en el presente estudio en el que se evidencio que 12 horas post-mortem en refrigeración el pH final fue de 5,61 con una temperatura de 16,9 °C, apreciando que el pH es similar pese a la diferencia de temperaturas.

## **5.2. Color**

En un estudio realizado por Rojo et al. (2005) sobre la incidencia de carne pálida-suave-exudativa (PSE) y oscura-firme-seca (DFD) en cerdos sacrificados en la región del Bajío en México obtuvieron datos en cuanto al color a los 45 minutos de L=52,9, A=10,9 y B=11,5, muy altos en comparación a los registrados en este estudio a los 45 minutos de L= 34,08, A= 8,75 y B=-3,72 debido a que el trabajo realizado por Rojo et al. (2005) se dio en temperaturas ambientales diferentes, la muestra fue mayor a la del presente trabajo, además se consideró la procedencia de los animales.

En un trabajo realizado por Velarde et al. (2000) sobre el efecto del aturdimiento en la incidencia de carnes PSE en las canales registraron colores a los 120 minutos que variaron entre L:40,6- 42,4; A:6,1 – 7,0 y B:2,1- 3,1; diferentes a los obtenidos en el presente estudio en los 90 minutos los cuales fueron: L:33,47; A:8,89 y B:-3,18, esto pudo ser debido a que en el estudio realizado por Velarde et al. (2000) se utilizó un modo de aturdimiento distinto al que se realizó en el presente trabajo.

Simer (2015) en su trabajo sobre la incidencia de carnes PSE y DFD en cerdas de descarte encontró los siguientes valores finales de las variantes del color: L: 42,61- 53,88; A: 12,72-14,34 y B: 7,29- 9,02. De la misma manera Velarde et al. (2000) registró valores finales de L: 44,4; A: 8,4 y B: 3,3. Mientras que los valores finales obtenidos en este trabajo a los 225 minutos fueron los siguientes: L: 33,34; A: 2,65 y B: -2,95 y a los 720 minutos L: 31,26; A: 9,76 y B: 0,14. Donde se evidencia una notable disminución de la luminosidad en las canales

analizadas en comparación a los estudios citados anteriormente debido a que la muestra de las investigaciones mencionadas fueron relativamente pequeñas y únicamente en animales de categoría industrial.

### **5.3. Interacción de PH y Color de Acuerdo a la Categoría y Sexo**

#### **5.3.1. Interacción de pH y color de acuerdo al sexo**

Leach et al. (1996) en su trabajo sobre el rendimiento del crecimiento, las características de la canal y la calidad de la carne en cerdos portadores y negativos al gen halotano no encontraron significancia en la relación del pH y color final con el sexo; por otro lado Latorre et al. (2003) en su estudio sobre el efecto del género, línea terminal y edad al sacrificio en el rendimiento, características y calidad de la carne de cerdos, no encontró significancia alguna en los valores de pH, pero si en los valores del color determinantes del enrojecimiento de la carne.

Maiorano et al. (2007) en su estudio sobre los efectos de la edad, peso y sexo en las canales y calidad de la carne de cerdos criados al aire libre no encontró ninguna significancia en el pH y color tanto en inicial como en el final. Por lo contrario en el presente trabajo en los valores determinantes de la amarillez a los 225 minutos se obtuvo una significancia de  $p= 0,04$  y a los 720 minutos un valor de  $p= 0,031$  demostrando que en los valores determinantes de la amarillez tienen relación con el sexo de los cerdos tendiendo a ser más pálidos. La variabilidad de resultados puede deberse al tamaño de la muestra utilizada y a la susceptibilidad de esta al estrés.

#### **5.3.2. Interacción de pH y color de acuerdo a la categoría**

Virgili et al. (2003) en un estudio sobre el efecto de la edad al sacrificio en la calidad de la carne encontraron significancia en la relación entre el pH inicial y final con cerdos de 8 y 10 meses de edad, sin embargo en los valores determinantes del color final únicamente encontraron significancia en la luminosidad  $p=0.015$  y en la amarillez  $p=0.002$ . Por el contrario Latorre et al. (2003) no encontró significancia en el pH inicial, luminosidad y amarillez pero si en el pH final y enrojecimiento. Así mismo en el presente estudio no se encontró significancia en cuanto al pH inicial pero

si en el pH final tomado a los 720 minutos post-mortem, en cuanto a los indicadores de color se obtuvo significancia en las tres variantes (L, A y B) en los 45 y 90 minutos, las cuales variaron en los 225 minutos obteniendo significancia únicamente en L y B, mientras que a los 720 minutos no se obtuvo ninguna significancia; la discrepancia entre los resultados analizados radica en la diferencia de las muestras utilizadas que varían en cantidad y categoría.

### **5.3.3. Interacción de pH y color de acuerdo a la categoría y sexo.**

Latorre et al. (2003) en su estudio sobre el efecto del sexo y peso al sacrificio en el rendimiento del crecimiento características de la carne y canal encontraron significancia de  $p=0.01$  en la interacción del sexo con el peso en el pH a los 45 minutos, sin embargo en el pH final no encontraron significancia, además encontraron significancia en las variantes del color como la luminosidad  $p=0.05$  y el enrojecimiento  $p=0.01$  mas no en la amarillez. Por otro lado en un estudio de Latorre et al. (2008) donde evaluaron los efectos del sexo y peso al sacrificio en las características de la canal de cerdos desinados al jamón curado en el cual no encontraron significancia en la interacción del sexo con el peso al sacrificio en el pH inicial y final. Por lo contrario Piao et al. (2004) en un trabajo sobre los efectos del sexo y peso al mercado en las características y calidad de la canal de cerdos de mercado declararon haber obtenido una significancia en la interacción del sexo con el peso en el pH final registrado mas no en las variantes de luminosidad, enrojecimiento y amarillez. El presente trabajo investigativo registro una significancia en el color tomado a los 45 y 90 minutos en los valores de luminosidad, enrojecimiento y amarillez, datos varían para el minuto 225 donde únicamente obtuvo significancia en los valores de luminosidad ( $p=<,0001$ ) y amarillez ( $p=,0001$ ) mientras que al minuto 720 únicamente se obtuvo significancia en la amarillez ( $B= 0,024$ ) resultando muy variables con respecto a los registrados en los estudios antes citados, directamente relacionados con la categoría y el tamaño de la muestra utilizada en el estudio.



#### **5.4. Tipificación de Carnes Resultantes del Faenamiento**

En la presente investigación, a los 225 minutos se obtuvo un 34,48 % de carnes PSE, un 47,93 % de carnes normales y el 17,58 % de carnes DFD, datos semejantes a los expuestos por O'Neill et al. (2003) que distinguieron un 25,5 de carnes PSE, un 59,5 % normal y el 0,5 % DFD, pese a existir diferencias significativas en la metodología y características de la muestra analizada. Mientras que las carnes en refrigeración al minuto 720 se obtuvo el 81,57 % de carnes PSE, el 18.42 % de carnes NORMAL y el 0 % de carnes DFD datos cercanos a los obtenidos por Castrillón et al. (2007) que indiferentemente del sexo y categoría mediante el pH final determinaron el 68 % en carnes PSE, un 31.23 % normal y el 0.77 % de carnes DFD y a pero muy distintos a los expuestos por Rojo et al. (2005) donde registró una incidencia del 3.4 % de carne PSE, un 80.5 % de carne normal y el 16.1 % de carne DFD, esto relacionado al tamaño y procedencia de la muestra, considerando además la época del año en la que se realizó.

## 6. CONCLUSIONES

Con el análisis de los resultados y la discusión realizada en la presente investigación se concluye que:

- Los niveles de pH y color en canales refrigeradas son considerablemente bajos con relación a las canales despachadas inmediatamente después del faenamiento, dando lugar a carnes PSE a causa de que no se tiene un control adecuado del tratamiento ante-mortem como el transporte, ayuno, tiempo de reposo, etc.
- La categoría y sexo de los cerdos influyen significativamente en el desarrollo de carnes PSE y DFD, considerando que los cerdos de categoría industrial son en su mayoría animales de descarte con avanzada edad.
- Las canales despachadas inmediatamente después del sacrificio en su mayoría desarrollan carnes normales a diferencia de las canales que quedan en refrigeración que resultaron mayormente PSE, cuya diferencia radica en el tiempo de estadía de las canales en la planta de faenamiento que permite dar el seguimiento adecuado a las canales faenadas.

## **7. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda desarrollar talleres de capacitación dirigidos a las personas que envían a faenar los cerdos, sobre el tratamiento ante-mortem de estos, focalizados en temas como: el transporte, tiempo de ayuno y tiempo de reposo, que se debería brindar a los animales para evitar el desarrollo de carnes PSE en las canales refrigeradas.
- Se aconseja diseñar un plan de manejo especial para el tratamiento ante-mortem de los cerdos de categoría industrial con el fin de brindar mayor confort a los animales y disminuir la incidencia de carnes PSE.
- Se propone implementar la refrigeración de todas las canales destinadas a la distribución en los mercados de la localidad, con el fin de dar un seguimiento exhaustivo a la variación del pH y con ello el desarrollo de carnes PSE y DFD, para posteriormente aplicar los correctivos necesarios y brindar a la ciudadanía un producto final de mayor calidad.
- Se sugiere realizar más estudios sobre el desarrollo de carnes PSE, normal Y DFD, que abarquen variantes como el genotipo, manejo ante-mortem, estrés, etc. Tomando como referencia este trabajo.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Adzitey, F., y Nurul, H. (2011). Pale soft exudative (pse) and dark firm dry (dfd) meats: causes and measures to reduce these incidences-a mini review. *International Food Research Journal*, 18(1).
- Asencios, R. M. (2004). Variación del pH en la carne de cerdos beneficiados con aturdimiento eléctrico y sin aturdimiento.
- Beshah, W. B. (2014). Calidad de la carne de cerdo, efecto de la congelación y descongelación, uso del calentamiento dieléctrico para la descongelación y la espectroscopia dieléctrica para evaluar la calidad tecnológica (Tesis Doctoral no publicada). Universidad Autònoma de Barcelona.
- Castrillón, W. E., Fernández, J. A., y Restrepo, L. F. (2007). Variables asociadas con la presentación de carne pse (pálida, suave, exudativa) en canales de cerdo. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 20(3), 327–338.
- Čobanović, N., Karabasil, N., Stajković, S., Ilić, N., Suvajdžić, B., Petrović, M., y Teodorović, V. (2016). The influence of pre-mortem conditions on pale, soft and exudative (pse) and dark, firm and dry (dfd) pork meat. *Acta veterinaria*, 66(2), 172–186.
- Coma, J., y Piquer, J. (2000). Calidad de carne en porcino: efecto de la nutrición-xv curso de especialización avances en nutrición y alimentación animal.
- Josell, Å., von Seth, G., y Tornberg, E. (2003). Sensory quality and the incidence of pse of pork in relation to crossbreed and rn phenotype. *Meat Science*, 65(1), 651–660.
- Latorre, M., García-Belenguer, E., y Ariño, L. (2008). The effects of sex and slaughter weight on growth performance and carcass traits of pigs intended for dry-cured ham from teruel (spain). *Journal of Animal Science*, 86(8), 1933–1942.

- Latorre, M., Medel, P., Fuentetaja, A., Lázaro, R., y Mateos, G. (2003). Effect of gender, terminal sire line and age at slaughter on performance, carcass characteristics and meat quality of heavy pigs. *Animal Science*, 77(1), 33–45.
- Leach, L., Ellis, M., Sutton, D., McKeith, F., y Wilson, E. (1996). The growth performance, carcass characteristics, and meat quality of halothane carrier and negative pigs. *Journal of Animal Science*, 74(5), 934–943.
- Loayza, M. L. (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.
- Ludtke, C. B., Dalla Costa, O. A., de Oliveira Roca, R., Silveira, E. T. F., Athayde, N. B., de Araujo, A. P., ... de Azambuja, N. C. (2012). Animal welfare at pre-slaughter handling and the influence on pork meat quality and on stress physiological parameters/bem-estar animal no manejo pre-abate e a influencia na qualidade da carne suína e nos parametros fisiológicos do estresse. *Ciência Rural*, 42(3), 532–538.
- Maiorano, G., Cavone, C., Paolone, K., Pilla, F., Gambacorta, M., y Manchisi, A. (2007). Effects of slaughter weight and sex on carcass traits and meat quality of casertana pigs reared outdoors. *Italian Journal of Animal Science*, 6(sup1), 698–700.
- Miele, M., y Waquil, P. D. (2007). Cadeia produtiva da carne suína no brasil. *Revista de Política Agrícola*, 16(1), 75–87.
- O'Neill, D., Lynch, P., Troy, D., Buckley, D., y Kerry, J. (2003). Influence of the time of year on the incidence of pse and dfd in irish pigmeat. *Meat science*, 64(2), 105–111.
- Piao, J., Tian, J., Kim, B., Choi, Y., Kim, Y., y Han, I. K. (2004). Effects of sex and market weight on performance, carcass characteristics and pork quality of market hogs. *Asian-australasian journal of animal sciences*, 17(10), 1452–1458.

- Rojo, A. D. A., Atondo, J. O. D., Almeida, F. A. R., y Vidales, H. J. (2005). Incidencia de carne pálida-suave-exudativa (pse) y oscura-firme-seca (dfd) en cerdos sacrificados en la región del bajo en México. *Técnica Pecuaria en México*, 43(3), 335–346.
- Simer, P. (2015). Incidência de carnes pse (pale, soft and exudatixe) e dfd (dark, firm and dry) em lombo (longissimus dorsi) de matrizes suínas de descarte.
- Velarde, A., Gispert, M., Faucitano, L., Manteca, X., y Diestre, A. (2000). The effect of stunning method on the incidence of pse meat and haemorrhages in pork carcasses. *Meat Science*, 55(3), 309–314.
- Virgili, R., Degni, M., Schivazappa, C., Faeti, V., Poletti, E., Marchetto, G., ... Mor-denti, A. (2003). Effect of age at slaughter on carcass traits and meat quality of italian heavy pigs. *Journal of Animal Science*, 81(10), 2448–2456.
- Zimmerman, M. (2008). pH de la carne y factores que lo afectan. Aspectos estrategicos para obtener carne de ovino de calidad en el cono sur americano, 1.

## 9. ANEXOS



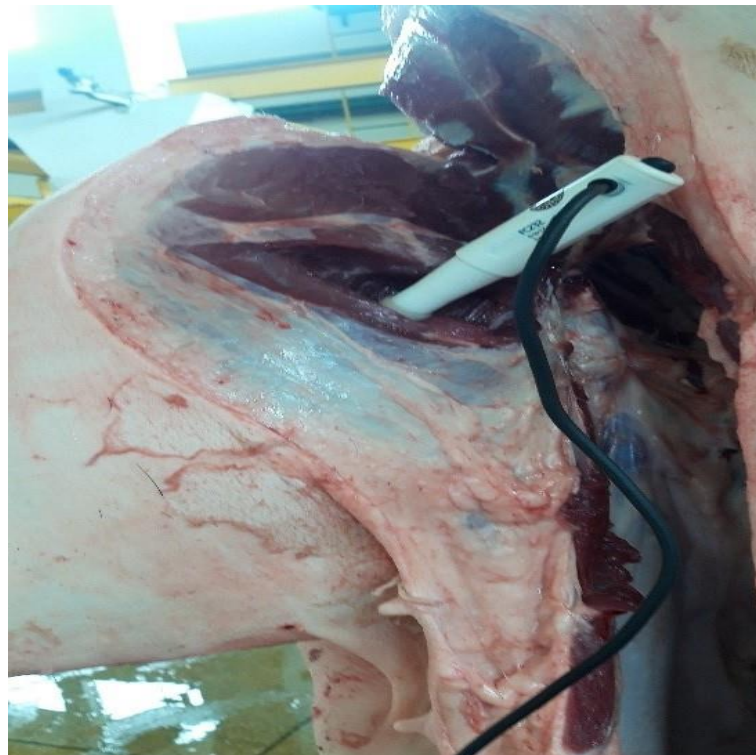
Figura 2. pH metro utilizado.



Figura 3. Colorímetro utilizado.



**Figura 4.** Prueba de los equipos.



**Figura 5.** Ensayo de toma de datos.





**Figura 6.** Inicio del trabajo de campo.



**Figura 7.** Ejecución de trabajo de campo.