



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Medicina Veterinaria

Evaluación de la calidad de la carne de cerdo postmortem en el Camal Municipal de Alamor

Trabajo de Integración Curricular
previo a la obtención del título de
Médico Veterinario

AUTOR:

Jonathan Leandro Maza Merchan

DIRECTOR:

Bqf. Jessica Ilenia Valdivieso Tituana

Loja – Ecuador

2023

Certificación

Loja, 19 de septiembre de 2023

Bqf. Jessica Ilenia Valdivieso Tituana

DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

C E R T I F I C O:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Evaluación de la calidad de la carne de cerdo postmortem en el Camal Municipal de Alamor**, previo a la obtención del título de **MÉDICO VETERINARIO**, de autoría del estudiante **Jonathan Leandro Maza Merchan**, con cédula de identidad Nro. **0705357549**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su receptiva sustentación y defensa.



firmado electrónicamente por:
**JESSICA ILENIA
VALDIVIESO TITUANA**

Bqf. Jessica Ilenia Valdivieso Tituana

DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Autoría

Yo, **Jonathan Leandro Maza Merchan**, declaro ser autor del presente Trabajo de Integración Curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Integración Curricular, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma:



Cédula de Identidad: 0705357549

Fecha: 27/10/2023

Correo electrónico: jonathan.l.maza@unl.edu.ec

Teléfono: 0990396580

Carta de autorización por parte del autor, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Integración Curricular.

Yo, **Jonathan Leandro Maza Merchan**, declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Evaluación de la calidad de la carne de cerdo postmortem en el Camal Municipal de Alamor**, como requisito para optar el título de **Médico Veterinario** autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Integración Curricular que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los veinte y tres días del mes de septiembre del dos mil veintitrés.

Firma:



Autor: Jonathan Leandro Maza Merchan

Cédula: 0705357549

Dirección: Calle el Universo y el Diario

Correo electrónico: jonathan.l.maza@unl.edu.ec

Teléfono: 0980334079

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Directora del Trabajo de Integración Curricular: BqF. Jessica Ilenia Valdivieso Tituana

Dedicatoria

Este Trabajo se lo dedico principalmente a **Dios** por ser el guía en mi camino, por darme fuerzas en mis momentos más difíciles, a mis padres quienes me apoyaron desde el principio, ellos son los autores de lo que soy, esto se lo debo a ustedes, los admiro y amo tanto **Rowel Maza** y **Lastenia Merchan**.

A mis hermanas **Gabriela** y **Sofía** por cuidarme, quererme y enseñarme a que nada es imposible con esfuerzo y dedicación. A mi cuñado **Jorge** y sobrinos que han llenado de alegría mi alma. A mis abuelos por sus enseñanzas y sobre todo a mi angelito que está en el cielo.

A ti, Amy que me ayudaste cuando la situación lo ameritaba y por tu incondicional cariño. Y sobre todo a mis grandes amistades. Gracias a todos por estar en la etapa más importante de mi vida, con mucho amor para todos ustedes.

Jonathan Leandro Maza Merchan

Agradecimiento

Agradezco a toda mi familia por su apoyo incondicional, a la Universidad Nacional de Loja, la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, a la carrera de Medicina Veterinaria y a todos los docentes que la integran, gracias por brindarme sus conocimientos. De manera muy especial a la **Ing. Stephanie Chávez Arrese MSc** y a la **Bqf. Jessica Ilenia Valdivieso Tituana** mis directoras de mi Trabajo de Integración Curricular, por ser mis guías durante todo el proceso para la culminación de mi estudio desde el principio hasta el final.

Jonathan Leandro Maza Merchan

Índice de Contenidos

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de Contenidos	ix
Índice de tablas:	ix
Índice de anexos:	x
1. Título	1
2. Resumen	2
2.1. Abstract.....	3
3. Introducción	4
4. Marco teórico	6
4.1. Transformación de músculo a carne	6
4.2. Parámetros tecnológicos de la carne.....	6
4.2.1. El pH en la carne.....	6
4.2.2. Color en la carne	7
4.3. Factores que afectan a la calidad de la carne	8
4.3.1. Factores antemortem	8
4.3.2. Factores premortem.....	10
4.3.3. Factores postmortem.....	11
4.4. Carnes pálidas, blandas y exudativas (PSE)	12
4.5. Carnes oscuras, firmes y secas (DFD).....	13
5. Metodología	14
5.1. Área de Estudio	14
5.2. Procedimiento	14
5.2.1. <i>Enfoque metodológico</i>	14
5.2.2. <i>Diseño de la investigación</i>	14
5.2.3. <i>Tamaño de la muestra y tipo de muestreo</i>	14
5.2.4. <i>Variables del estudio</i>	14
5.2.5. <i>Técnicas</i>	15
5.3. Procesamiento y Análisis de la Información	16
5.4. Consideraciones Éticas	16

6. Resultados	17
6.1. pH de la carne a los 45 minutos.....	17
6.2. pH de la carne a las 7 horas	17
6.3. Color de la carne a los 45 minutos postmortem	18
6.4. Color de la carne a las 7 horas postmortem.....	18
7. Discusión	20
7.1. Caracterización de pH de la carne (45 min)	20
7.2. Caracterización de pH de la carne (7 h).....	20
7.3. Color	21
7.4. Factores causantes de la alteración de pH y color de la carne.....	21
8. Conclusiones	23
9. Recomendaciones	24
10. Bibliografía	25
11. Anexos	31

Índice de tablas:

Tabla 1. Parámetros de pH en carne de cerdo (Normales, PSE Y DFD)	15
Tabla 2. Determinación de pH de la carne a los 45 minutos	17
Tabla 3. Determinación de pH de la carne a las 7 horas	17
Tabla 4. Determinación del color de la carne a los 45 minutos	18
Tabla 5. Determinación del color de la carne a las 7 horas	19

Índice de anexos:

Anexo 1. Escala de color de carne de cerdo (Pork Quality Standards).....	31
Anexo 2. Escala de color de carne (cerdo y res)	31
Anexo 3. Medición de pH a los 45 minutos en la zona de <i>semitendinosus</i> (pierna).....	32
Anexo 4. Medición de pH a las 7 horas en la zona del <i>longissimus dorsi</i> (lomo).....	32
Anexo 5. Medición de color de la carne de cerdo a los 45 minutos	32
Anexo 6. Medición de color de la carne de cerdo a las 7 horas	33
Anexo 7. Escala de color de la carne de cerdo.....	33
Anexo 8. Parámetros de pH y de color de las 50 canales de cerdo.....	33
Anexo 9. Certificado de traducción de resumen	35

1. Título

Evaluación de la calidad de la carne de cerdo postmortem en el Camal Municipal de Alamor

2. Resumen

La carne de cerdo es considerada como una fuente de nutrientes esenciales para la alimentación, por ello este alimento exige ciertos requisitos que son necesarios para garantizar la seguridad alimentaria, existen algunos factores como el estrés durante el antemortem que pueden tener efectos negativos en el postmortem. Este estudio se planteó evaluar el pH y color de la carne de cerdo a los 45 minutos y 7 horas postmortem en el Camal Municipal de Alamor, se utilizó un pHmetro de la marca Hanna Instruments ‘‘Foodcare *MEAT pH Tester*’’ para determinar el pH y una ficha de escala de colores denominada ‘‘*Pork Quality Standards*’’ para determinar el color de la carne. Se logró identificar que a los 45 minutos el 28 % de las carnes corresponden a PSE (Pálidas, suaves y exudativas), con valores de pH de 5,51 - 5,9 por debajo del rango normal (6,4), posteriormente a las 7 horas se determinó que el 26 % se identificaron como carnes DFD (Oscuras, firmes y duras), con valores de pH de 6,00 - 6,33. En el color de la carne se evidenciaron que a los 45 minutos el 14 % mostraban colores pálidos y a las 7 horas el 26 % coloraciones oscuras. Se concluyó que existen carnes DFD en el Camal Municipal de Alamor por lo que se recomienda realizar mediciones de pH para verificar que el proceso de maduración de músculo a la carne haya concluido y se restablezcan los valores de pH.

Palabras clave: Carne de cerdo, calidad, PSE (Pálidas, suaves y exudativas), DFD (Oscuras, firmes y duras).

2.1. Abstract

Pig meat is considered an essential nutrient form of alimentation this nutrient has many requirements necessary for assuring alimentary security, there are many factors such as the antemortem that will have negative effects in the postmortem. This research evaluated with PH and color of pig's meat for 45 minutes and 7 hours postmortem in the Alamor Municipal Camal, moreover was used a PH metro of mark Hanna Instrument "Food Care Meat Taster" to determine the PH and a card of color scale called "Pork Quality Standards" for determinate the meant color. As a result, it will identify that at 45 minutes 28% of meats pertinent a PSE (Palide suave and exudative) as values of the normal range (6,4) afterward to 7 hours will identifications that 26% represent 05 meat DFD (dark, firms and hard) as values of PH 6,00-6,33. The meant color will appreciate that 45 minutes of 14% represent weak colors and 7 hours the 26% dark colors. In conclusion, there are meats DFD in the Alamor Municipal Camal as a recommendation ought to realize meditation of PH to verification the performance of muscle maturation meat to restore Ph values

Keywords: Pork quality, PSE (Pale, soft and exudative), DFD (Dark, firm and hard).

3. Introducción

El cerdo es considerado una de las especies pecuarias de alta producción y de las más eficientes por sus características particulares: la gran precocidad, prolificidad, corto ciclo reproductivo y gran capacidad transformadora de nutrientes a carne (Capra *et al.*, 2013). La carne de cerdo es especialmente atractiva como fuente de alimentación y tiene una mayor participación en el patrón alimenticio de los hogares de millones de familias en el mundo (Cerdeño, 2010).

Además, la carne de cerdo tiene ciertos atributos organolépticos, estas particularidades tienen una gran importancia en el ámbito geográfico y cultural (Coma *et al.*, 1999). Así como un gran contenido de grasa intramuscular, característica muy apreciada en el mercado internacional. Durante el proceso de maduración se producen distintos cambios en las características de la carne: terneza, desarrollo del aroma, el olor, el sabor (García *et al.*, 2013).

La calidad de la carne de cerdo exige ciertos requisitos que son necesarios para obtener buena calidad (Hambrecht *et al.*, 2003). Existen factores antemortem, premortem y postmortem que influyen sobre las propiedades de la carne, ya que pueden tener un impacto negativo. Los puntos críticos que pueden modificar estas características están relacionados con el sacrificio del animal porque determinan la calidad final, repercuten directamente en la calidad tecnológica, por lo tanto en la calidad higiénico sanitaria (Onega, 2003; Hidalgo, 2019; Castillo, 2021).

Uno de los efectos indeseables sobre la carne de cerdo son las denominadas carnes PSE (Pálidas, suaves y exudativas) cuya determinación proviene del inglés (Pale, soft and exudative) (Andújar *et al.*, 2009). Y las carnes DFD (Oscuras, firmes y duras) que se define en el inglés como (dark, firm and dry) ambas características que se producen en la carne se consideran poco atractivas para los consumidores (Rojo *et al.*, 2005).

En el Ecuador no se han hecho estudios que hagan mención sobre este tipo de carnes. En la ciudad de Loja existe poca información sobre el efecto del estrés de los cerdos y su relación con la calidad de la carne. Un estudio menciona que a pesar de que la mayoría se desarrollan como normales siguen existiendo carnes anormales y la mayor parte se reportan como PSE y que un menor porcentaje le sigue carnes tipo DFD (Castillo, 2021).

Por todo lo antes mencionado esta investigación se planteó evaluar la calidad de la carne de cerdo postmortem en el Camal Municipal de Alamor y como objetivos específicos:

- Determinar el pH de la carne de la carne de cerdo faenada a los 45 minutos y 7 horas post mortem en el Camal Municipal de Alamor.
- Determinar el color de la carne de cerdo faenada a los 45 minutos y a las 7 horas post mortem en el Camal Municipal de Alamor.

4. Marco teórico

En Ecuador, el cerdo es una especie de interés para los productores y empresas, en el país se producen alrededor de 173,2 mil TM de carne de cerdo (Saldaña *et al.*, 2019). En el 2016 la Asociación de Porcicultores del Ecuador (ASPE) indica que la mayor población de cerdos se ubica en la región Sierra, seguida de la región Costa y Amazónica e Insular en cantidades mínimas. La demanda de carne de cerdo en el mercado ha hecho que pequeñas, medianas y grandes empresas incrementen sus niveles de producción (Martínez & Monserrate, 2021).

4.1. Transformación de músculo a carne

El concepto de carne se entiende que es todo tejido muscular de los animales que por su valor nutritivo es utilizado para la alimentación de las personas y se obtiene después de su sacrificio en condiciones higiénicas, luego el músculo sufre una serie de cambios que conllevan a la transformación del músculo a carne. La carne se encuentra estructurada por los músculos del animal que son tejidos magros integrados por agua, proteínas, tejido adiposo (Vargas, 2018).

Estos cambios tienen un determinado tiempo, posterior al período conocido como *rigor mortis* que se caracteriza por una contracción muscular, donde el músculo pasa de un estado relajado a otro rígido e inflexible, debido a que las reservas de energía presentes en él se han agotado. Esta fase comienza entre las 6 y 24 horas después del sacrificio de los animales (Gornik *et al.*, 2009).

4.2. Parámetros tecnológicos de la carne

Existen diversos parámetros que son indicativos de la calidad de la carne, como; pH, color y capacidad de retención de agua (CRA), etc., que influyen directamente en los niveles de oxidación lipídica, textura u otros atributos sensoriales como el olor, color y sabor. Cada atributo está estrechamente relacionado entre sí, obteniendo las características de la calidad de la carne (Sánchez, 2010).

4.2.1. El pH en la carne

Se trata de una característica bioquímica que evoluciona durante la conversión del músculo a carne. Al estar el animal vivo, el pH del músculo se encuentra con valores neutros (6,7 y 7,2). Cuando se produce la muerte del animal hay una interrupción de la circulación sanguínea y como consecuencia el aporte de oxígeno al músculo es nulo. Sin embargo el

músculo continúa con cierta actividad enzimática provocando una degradación del ATP hasta desaparecer (Horcada & Polvillo, 2010; Zhang *et al.*, 2020; Zhao *et al.*, 2018).

Cuando la transformación del músculo a carne es normal transcurridas las 24 horas después del sacrificio el pH en la carne alcanza el valor de 5,4-5,7. Las alteraciones de este valor final se pueden asociar a episodios de estrés de los animales ocasionados principalmente por el transporte (Marzoque *et al.*, 2020; Mogrovejo & Solís, 2021). El descenso poco marcado de pH a las 24 horas después del sacrificio (>6) ocasionan carnes DFD (Campion, 2013). Por otro lado, si el descenso del pH es rápido (<5) podría originar carnes PSE. También existen otros factores determinantes como la raza, la edad que influyen en el valor de pH de la carne.

4.2.1.1. Medición del pH

Se utiliza un pH-metro o potenciador, este es adaptado a un electrodo de penetración. El músculo que se utiliza para la medición de pH ocasionalmente es en el *longissimus dorsi* o también en los músculos *semimembranosus*, *gluteus medius* y *bíceps femoris* donde se realiza la determinación del valor de pH (Zamora & del Rocío, 2018).

Se debe limpiar el electrodo con agua destilada o con solución de limpieza con el fin de eliminar cualquier tipo de grasa para que no altere los valores y secar con papel absorbente. Para obtener el valor de pH, se realizan 2 o 3 mediciones. Se toman 2 mediciones o las que sean necesarias, una a los 45 min (pH45) y otra a las 24 horas (pH24).

El potenciómetro debe estar adaptado adecuadamente ante las condiciones ambientales de trabajo y calibrado según las indicaciones que se requieran. Se recomienda realizar una prueba del instrumento en el laboratorio con las soluciones buffer 4,00 y 7,00. Se toman 2-3 puntos o valores de pH en distintas zonas de la canal o dependiendo de los puntos que se requieran, es importante a la hora de introducir el electródo que este se coincida con las nervaduras, grasa, etc. (Zimerman, 2008; Campion, 2013).

4.2.2. Color en la carne

Es una característica organoléptica y sensorial y fluctúa entre un rosado y rojo. Esta variación en el color puede verse por varios factores: Un color más oscuro resulta por el aumento de oximioglobina (pigmento de color) o por un grupo de músculos con mayor actividad fisiológica (músculos flexores o extensores), deshidratación en la superficie y falta de acumulación de ácido láctico después del sacrificio. La presentación de un color rosa pálido es consecuencia de una rápida conversión de glucógeno muscular a ácido láctico (Gomez, 2004).

El color de la carne depende del contenido de pigmentos principalmente la mioglobina, el estado físico de las proteínas musculares y de la proporción de grasa. La mioglobina es una proteína cuya función es la de facilitar el aporte de oxígeno a la fibra muscular y se integra a un grupo proteico globular y de un núcleo de hematina en donde incluye un átomo de hierro (Linares *et al.*, 2014).

En conceptos generales los pigmentos responsables de dar el color característico al músculo son la mioglobina y hemoglobina. Posteriormente al darse el sacrificio del animal, la mioglobina es el único pigmento que cumple con dicha función, ya que la hemoglobina se pierde con el sangrado. El estado del hierro de la mioglobina y los elementos que están ligados al átomo del hierro, van a determinar el tinte rojo vivo, púrpura o pardo (Campion, 2013).

4.2.2.1. Medición del color

Para medir el color de la carne de cerdo se puede valorar a través de una escala de color visual descriptiva del 1-6, lo cual se hace mediante la observación y se requiere trabajar en condiciones óptimas y buena luminosidad para determinar en que rango o escala se encuentra la carne o a través de instrumentos como el colorímetro (López *et al.*, 2016).

4.2.2.1.2. Colorímetro

Se basan en la visión del ojo humano, son instrumentos denominados triestimulares, poseen tres filtros para cada longitud de onda: filtros rojo, verde y azul. Estos dispositivos emulan la respuesta del ojo humano al color y la luz. En el mercado se encuentra una variedad de equipos, tales como los colorímetros Hunter Lab, Gardner, Color Eye, Color Master, Momcolor, Dr. Lange y Minolta (Rettig & Ah-Hen, 2014).

4.3. Factores que afectan a la calidad de la carne

Durante todo el proceso de la producción de la carne existen una serie de factores que pueden afectar a la calidad del producto y afectando a la calidad de la misma. Como consecuencia tienen influencia mayormente en la movilización de las reservas de glucógeno muscular si este se agota o reduce durante el sacrificio, la acidificación postmortem se reducirá de forma significativa.

4.3.1. Factores antemortem

En general se los relaciona estrechamente con factores ya sean provenientes del animal, como (edad, genética, etc.) o factores de manejo como (alimentación, estrés por transporte, medio ambiente) por lo cual tienen su impacto dentro de las características tecnológicas y fisicoquímicas de la carne (Horcada & Polvillo, 2010).

4.3.1.1. Ayuno

Esta práctica en cerdos es habitual antes del sacrificio ya que tiene un efecto bueno sobre la calidad de las canales, evita carnes PSE, disminuye y reduce el riesgo de roturas en la evisceración. Cuando se trata de tiempos prolongados aumentan el riesgo de carnes DFD y en el cerdo vivo un riesgo de aumento de patógenos (Oviedo, 2021; García, 2021).

El periodo más recomendable para retirar el alimento a los animales a beneficiar es de 12-14 horas. El ayuno permite reducir el estrés durante el manejo premortem y a la vez tiene cierto incremento sobre la calidad de la carne. Si se trata de un periodo de menos de 12 horas se generan peleas y mortalidad, aumentando la probabilidad de la aparición de carne PSE; por otro lado, un periodo mayor a las 14 horas genera agresividad, pérdida de peso y favoreciendo a la proliferación microbiana, consecuentemente produciendo una carne con el defecto DFD (Oviedo, 2021)

4.3.1.2. Reposo

En los centros de faenamiento se conoce que el efecto del reposo es beneficioso sobre los cerdos después del transporte, ya que minimiza el estrés y no afecta en la calidad de la carne. Pero cuando se da el sacrificio inmediato después de la llegada del animal resulta que tienen una gran incidencia de carnes PSE, aun así si se encuentran reposados antes de ser sacrificados. El reposo es un efecto que puede variar dependiendo del tipo de animal (raza) y el transporte. Los cerdos sensibles al estrés deben reposar al menos 2 horas para que disminuya la temperatura del animal (Segovia, 2004; Jerez & de Moreno, 2013).

4.3.1.3. Genética

Es un factor que se debe de tomar en cuenta ya que afecta a muchas características productivas de los animales y también en la fase final de la calidad de la carne (Sánchez, 2010). La selección genética es una herramienta eficiente para poder obtener animales con un mayor porcentaje de carne magra y un mayor crecimiento del tejido magro. Las razas Duroc presentan valores de pH final de 5.72, proporcionando carnes más suaves. En cambio la raza Pietrain son animales que genéticamente presentan el síndrome de estrés porcino, aumentando la presencia PSE cuando no hay un manejo adecuado (Rojo *et al.*, 2008).

4.3.1.4. Edad y peso

Se sabe que un porcino para poder sacar máxima su producción este debe alcanzar una madurez orgánica adecuada a los 6 meses. Un mayor aumento de edad habrá una mayor consistencia de la carne por un sobrecruzamiento progresivo del colágeno muscular. La edad

del animal se lo debe considerar importante ya que ayuda a una estructura estable capaz de mantener la terneza en el producto final. El contenido de grasa va a aumentar tanto con el peso como con la edad de sacrificio, mejorando las características organolépticas del producto elaborado (Coma *et al.*, 1999).

4.3.1.5. Alimentación

El factor alimentación es el que tiene más influencia sobre la calidad de la carne y sobre los propios costes de las producciones porcinas. (González & Quintero, 2014). Es un factor que puede encontrarse relacionado con el aspecto brillante de la grasa, con la persistencia del color, con la presencia de notas aromáticas agradables, o en la aparición de aromas desagradables durante el almacenamiento (Carrascal & Lopez, 2005). La alimentación juega un rol importante en la terneza de la carne. Animales alimentados a voluntad (*ad libitum*) producen carne de mayor terneza y jugosidad (Coma *et al.*, 1999).

4.3.1.6. Estrés por el transporte

AGROCALIDAD, (2018) menciona en el manual de guía para desplazar animales estos deben ser agrupados de manera calmada antes de embarcar, se debe poseer el certificado sanitario de movilización, no sobrepasar la capacidad de carga del vehículo y considerar las condiciones meteorológicas para elegir el mejor horario de transporte. El transporte podría tener un papel importante en la alteración del pH, ya que experimentan un malestar al estar expuestos a factores ambientales como la temperatura extrema, ruidos y movimientos (Beshah, 2014).

4.3.1.7. Medio ambiente

Los agentes climáticos y condiciones influyen en la vida y desarrollo del organismo animal modificando su comportamiento. Dentro de los componentes climáticos de mayor influencia es la temperatura (Moreno, 1976). El calor es un claro ejemplo, generando un mayor problema en cualquier sistema de producción. El incremento de la temperatura corporal es conocido como estrés calórico o shock de calor y se presenta cuando se exponen altas temperaturas ambientales (García, 2021).

4.3.2. Factores premortem

4.3.2.1. Estrés relacionado con la calidad de la carne

El estrés es un efecto que tiene una gran incidencia en la calidad de la carne de cerdo. Esta condición fisiológica, en algunas condiciones, puede convertirse en un problema patológico. Cualquier situación que produzca altos niveles de miedo o ansiedad se dispara la

cascada hormonal del estrés. Las glándulas adrenales son las encargadas de liberar hormonas llamadas catecolaminas y cortisol (Barrera *et al.*, 2022).

La activación endocrina promueve la liberación de ciertas hormonas de carácter regulador, como las catecolaminas, en especial la adrenalina y noradrenalina, la hormona liberadora de corticotropina (CRH), la hormona adrenocorticotrópica (ACTH) y el cortisol. Estas hormonas generan respuestas en todo el organismo del cerdo, incluyendo cambios en la calidad de la carne (García *et al.*, 2013).

El cortisol es un indicador que se puede evidenciar el deterioro de las carnes producto al estrés prefaenado (Widiyanto *et al.*, 2015). Varios estudios reportan elevaciones de cortisol en animales que son transportados desde la granja hasta los centros de faenamiento durante la carga y descarga (Koomkrong *et al.*, 2017).

4.3.2.2. Condiciones higiénicas del centro de faenamiento

Las condiciones higiénicas en el lugar de faenado, tanto materiales e instrumentos, como instalaciones son de vital importancia, de acuerdo a las normas puestas por Agrocalidad, establece que todo camal debe de tener desagüe para poder filtrar el agua y el lavado de sangre del piso. Debe disponer ventilación y que principalmente la instalación sea un sitio que no traspase el sonido, lo cual evidencia que los sonidos externos e internos marcan un efecto de estrés en los animales.

Los problemas de higiene afectan en la calidad de la carne ya que no se cumplen y repercuten en la salud pública. Sobre todo por la presencia de agentes patógenos que se encuentran adaptados al medio y por ende repercutiendo un problema en la mayoría de canales de animales faenados. Por último la importancia del agua potable, se debe hacer énfasis ya que se la utiliza para el lavado de las canales, siendo así el agua puede estar contaminada.

4.3.2.3. Aturdimiento

Se conocen varios tipos de aturdimiento, entre ellos la electronarcosis convencional, método a gas (CO₂), pistola de perno, manualmente, etc. Un estudio demuestra que cerdos aturdidos por electronarcosis convencional presenta una mayor incidencia de equimosis y hematomas en la paleta, pierna y chuleta (Timaure *et al.*, 2020). La forma manual a través de un instrumento cortopunzante logra el colapso total del animal y con un grado considerable de signos de sensibilidad (Alvarado *et al.*, 2011).

4.3.3. Factores postmortem

4.3.3.1 Refrigeración, almacenamiento y empaque

La refrigeración de la carne depende de factores intrínsecos, como pH, composición, carga microbiana; también de factores extrínsecos, como el empaquetado y la temperatura de almacenamiento, constituyendo en la condición más importante en su deterioro. Los abusos en la temperatura de almacenamiento (>4 °C) tienden a disminuir la vida útil de la carne de cerdo, en definitiva las bacterias crecen rápidamente en el rango de temperaturas de 4 °C a 60 °C, en este rango las bacterias pueden llegar a duplicarse (González & Quintero, 2014). El empaquetado ayuda a conservar y a proteger el producto con el fin de mantener su integridad y calidad (Bribiesca, 2013).

4.3.3.2. Maduración de la carne

Durante la maduración se producen diversos cambios que son positivos sobre las características de la carne, entre ellas se encuentra: la terneza, aroma, olor y sabor. Pero, cuando se trata de una maduración incorrecta la carne se vuelve fibrosa y pálida (errores en la temperatura que provoca un aumento del pH) o bien la carne se vuelve dura y seca (Rincón & Novoa, 2013).

4.4. Carnes pálidas, blandas y exudativas (PSE)

Las carnes PSE (pale, soft and exudative) es un efecto indeseable que se presenta en porcinos que sufrieron un estrés agudo o intenso al momento del sacrificio. Hay una glucólisis acelerada post mortem por el ácido láctico que se encuentra acumulado y no puede ser transportado fuera del músculo, alcanzando valores de pH debajo de 5,8 a los 30 – 45 minutos post sacrificio, para poder estabilizarse hasta las 4 horas post mortem (Andújar *et al.*, 2009; Lobo, 2012).

En este tipo de carne la acidificación provoca una desnaturalización de proteínas miofibrilares y sarcoplasmáticas, que hacen disminuir la capacidad de las proteínas de ligar con el agua. Esto produce ciertos problemas principalmente como la exudación, porque la capacidad de retención de agua se verá disminuida y la permeabilidad de las células es mayor. El color característico de este tipo de carne es la palidez, debido a la alteración de la refracción de luz. Causando una mayor dispersión de la luz por la desnaturalización de las proteínas (Alvarado, 2002; Andújar *et al.*, 2009).

La baja capacidad de retención de agua (CRA) dificulta la transformación de productos cárnicos. Los cortes que se consideran de mayor valor son: *longissimus dorsi* (lomo) y *semimembranosus* (pierna); siendo los más afectados (Andújar *et al.*, 2009). Por lo que la presentación de carnes PSE se deben a factores genéticos y de un mal manejo antemortem que

alteran el comportamiento del animal, causando un rápido descenso del pH de la carne (O'Halloran *et al.*, 1997).

4.5. Carnes oscuras, firmes y secas (DFD)

La carne DFD (Dark, firm and dry) se debe a una condición que está asociada a descenso poco marcado del pH, a diferencia de la carne tipo PSE no es de origen genético y siendo menos común en cerdos. Se producen por un estrés por transporte y ayuno prolongado conduciendo a un desgaste energético que hace uso de las reservas de glucógeno. Lo que hace que el rigor mortis se instaure más rápido, por la baja cantidad de ATP metabolizado y también a la escasa cantidad de ácido láctico, consecuentemente el pH no desciende por encima de la media (6,2) (Andújar *et al.*, 2009).

El aspecto de la carne DFD es oscuro, debido a que la superficie seca no es capaz de dispersar la luz. El pH constituye un medio ideal para que proliferen las bacterias y es más susceptible a deteriorarse (Andújar *et al.*, 2009). La presencia de DFD es una consecuencia del estrés prolongado, debido a que se agotan las reservas de glucógeno muscular en el animal vivo (O'Halloran *et al.*, 1997).

5. Metodología

5.1. Área de Estudio

La investigación se desarrolló en el Camal Municipal de Alamor, cantón Puyango perteneciente a la provincia de Loja, que posee una altitud de 1320 m.s.n.m. Cuenta con un clima semiárido y una temperatura media anual de 26 °C.

5.2. Procedimiento

5.2.1. Enfoque metodológico

El enfoque metodológico es de carácter cuantitativo, debido a que la recolección de datos se basa en una medición numéricas, es decir, las variables se miden en base a métodos estadísticos para sus conclusiones.

5.2.2. Diseño de la investigación

Este estudio es de carácter observacional y de tipo descriptivo. En la metodología se consideró estratégicamente los parámetros de pH y color para verificar la calidad de la carne. Los datos se distribuyeron según el porcentaje total de carnes (PSE, normal y DFD) y para el color el porcentaje total de acuerdo al rango (1-6).

5.2.3. Tamaño de la muestra y tipo de muestreo

Para llevar a cabo la cantidad de 50 canales de cerdo se estableció de acuerdo a la capacidad de faenamiento de la institución, en el cual se faenan de 10 a 20 cerdos por día (Anexo 8).

El estudio se realizó en tres fines de semana y se realizaron 2 mediciones tanto para pH y color:

- A los 45 minutos postmortem
- 7 horas postmortem

5.2.4. Variables del estudio

Variable	Unidades	Instrumento
pH	- - -	Potenciómetro o Phmetro
Color	1- 6	Cartilla de nivel de intensidad de color de la carne.

5.2.5. Técnicas

5.2.4.1. Medida del pH en la carne

Para la obtención del pH se utilizó un potenciómetro de la marca Hanna Instruments ‘‘Foodcare MEAT pH Tester’’, lo cual mediante un electrodo incorporado al mismo detecta una sensibilidad de pH en la carne de 4,00-7,00-10,00. Previo al muestreo se calibró al phmetro con los respectivos buffers de pH (4,00-7,00), se realizaba una limpieza previo y post muestreo con una solución antigrasa. El ángulo para introducir el electrodo fue de 45° grados en las zonas del *longissimus dorsi* (lomo) y *semitendinosus* (pierna).

- **Carne PSE**

Se realizó la medición a los 45 minutos postmortem basado en los parámetros de pH de la carne, al tratarse de esta condición los valores muestran un descenso acelerado del pH, menor a 6 (Tabla 1). El pH de la carne normal durante ese mismo período es de 6.4 (Castrillón *et al.*, 2007; Caldara *et al.*, 2012).

- **Carne DFD**

A las 7 horas postmortem se efectuó el muestreo de pH, cabe recalcar por el caso del manejo de la institución y bajo los objetivos establecidos la segunda medición se la estableció en este periodo de tiempo. Pero habitualmente a las 24 horas del sacrificio se presentan el defecto DFD y los valores de pH son mayores a 6. Los parámetros de una carne normal son de 5,4-5,7 (Tabla 1). (Rojo *et al.*, 2005).

Tabla 1. Parámetros de pH en carne de cerdo (Normales, PSE Y DFD)

	PSE	NORMAL	DFD
pH 45 min	<6	6,4	6,4
pH 24 horas	5,4-5,7	5,4-5,7	>6

Nota: A los 45 minutos postmortem se observa las carnes PSE y a las 24 horas postmortem las DFD.

5.2.4.2. Medida de color en la carne

Se usó una referencia visual denominada ‘‘Pork Quality Standards’’, es una escala de colores de carne que va de 1-6, evaluando los niveles de intensidad del rojo. Mediante la combinación de los aspectos observados se logró una correcta armonía en la estructura de los resultados obtenidos. El color de la carne fresca puede ser un indicador para diferenciar las

carnes que tienen colores extremos o fuera de lo normal; es decir, carnes de carácter PSE o DFD (Anexo 1).

- **Escala 1-2**

En esta escala se considera colores pálidos que es característica de la carne PSE.

- **Escala 3-4**

Se consideran colores entre rosados y rojos, la carne es de excelente calidad (Poza *et al.*, 2015).

- **Escala 5-6**

La carne es demasiado oscura que es característica de la DFD.

5.3. Procesamiento y Análisis de la Información

Toda la información recopilada fue tabulada y organizada en una base de datos de Excel con la que posteriormente se realizaron los análisis para la obtención de resultados. Se utilizó una estadística descriptiva en el cual, se usaron porcentajes totales de muestras para variables numéricas y rangos mínimos como máximos de variables categóricas.

5.4. Consideraciones Éticas

En esta investigación se trabajó bajo la cautela del médico veterinario a cargo de la institución en donde se hizo la recolección de las muestras, y con todos los equipos y vestimentas adecuadas por las normas establecidas por Agrocalidad. En este estudio no se realizó ninguna intervención u otras técnicas que atenten contra el bienestar de los animales, por lo que no existen riesgos o alteraciones en la salud de los mismos.

6. Resultados

6.1. pH de la carne a los 45 minutos

En la (Tabla 2) se evidencia que el 40 % del total de canales (20) alcanzaron valores entre 6,00 y 6,27, es decir que se consideraron carnes normales. Por otro lado de las 16 canales muestreadas se obtuvo el pH más bajo de 6,30 y el más alto de 6,55, dando como resultado que el 32 % representa carnes DFD. En cambio el 28 % del total de canales se inclina hacia el defecto PSE presentando esta anomalía, valores que se encuentran por debajo de lo normal (6,40), el pH mínimo fue 5,51 y el pH máximo 5,97 (Anexo 5).

Tabla 2. Determinación de pH de la carne a los 45 minutos

pH a los 45 min				
Carne	N° de muestras	%	R. mínimo	R. máximo
NORMAL	20	40	6,00	6,27
DFD	16	32	6,30	6,55
PSE	14	28	5,51	5,97
TOTAL	50	100		

Nota: Medidas obtenidas de la zona de *semitendinosus* (pierna) y *longissimus dorsi* (lomo).

6.2. pH de la carne a las 7 horas

En la determinación del pH a las 7 horas postmortem, se observó un descenso poco marcado del pH con referencia al muestreo realizado a los 45 minutos postmortem, por lo que no se determinaron carnes con el defecto PSE.

Al analizar la (Tabla 3) se observa que el 74 % de las carnes son normales teniendo un pH de 5,12 hasta 5,98, que se posicionan en valores que están dentro del rango (5,4-5,7). Del resto de las canales el 26 % marcaron valores fuera de lo normal (>6,00) lo que indica carnes DFD (Anexo 6), las mismas que alcanzaron valores entre 6,00 a 6,33.

Tabla 3. Determinación de pH de la carne a las 7 horas

pH a las 7 horas				
------------------	--	--	--	--

Carne	N° de muestras	%	R. mínimo	R. máximo
NORMAL	37	74	5,12	5,98
DFD	13	26	6,00	6,33
TOTAL	50	100		

Nota: Medidas obtenidas de la zona del *longissimus dorsi* (lomo).

6.3. Color de la carne a los 45 minutos postmortem

La escala de color en la carne se observa que en la (Tabla 4) el 14 % del total de las muestras demostraron un color de 2, inclinándose a colores pálidos. Mientras que el 86 % se consideran carnes normales, ya que muestran rangos entre 3 y 4, asociados a colores entre rosado y rojo (Anexo 7).

Tabla 4. Determinación del color de la carne a los 45 minutos

Color a los 45 min				
Escala	N° de muestras	%	R. mínimo	R. máximo
1-2	7	14	2	2
3-4	43	86	3	4
5-6	0	0	0	0
TOTAL	50	100		

Nota: Medidas obtenidas del músculo *semiteminosus* (pierna) y *longissimus dorsi* (lomo).

6.4. Color de la carne a las 7 horas postmortem

Después de las 7 horas el 74 % de las carnes arrojaron rangos de color entre 3 y 4 considerados normales, tanto en el lomo (*longissimus dorsi*) y pierna (*semimembranosus*) muestran colores similares (Anexo 7).

El 26 % de las canales demostraron colores por encima de la base (3-4), color oscuro que corresponde a una característica de carnes DFD (5) (Tabla 5).

Tabla 5. Determinación del color de la carne a las 7 horas

Color a las 7 horas				
Escala	N° de muestras	%	R. mínimo	R. máximo
1-2	0	0	0	0
3-4	37	74	3	4
5-6	13	26	5	5
TOTAL	50	100		

Nota: Medidas obtenidas del músculo *semitendinosus* (pierna) y *longissimus dorsi* (lomo).

7. Discusión

7.1. Caracterización de pH de la carne (45 min)

En este estudio se evidenció que el pH a los 45 minutos postmortem el 40 % de las canales mostraron valores que varían entre 6,00 y 6,27, se consideraron normales; y el otro 28 % presenta la anomalía PSE, con parámetros de 5,51 y 5,97 respectivamente.

Según Alvarado, (2002) en su estudio de carnes PSE en cerdos, este defecto se presenta debido a una desnaturalización de la proteína muscular por consecuencias de un bajo pH y altas temperaturas en las canales y a la pobre habilidad de ligar agua, esto quiere decir que la capacidad de retención de agua (CRA) es anormalmente baja, por ende hay un aumento en la actividad plasmática por una situación de estrés (Pond *et al.*, 2012; Souza *et al.*, 2023).

Es importante mencionar que a los 45 minutos postmortem se presenció que el 32 % del total de las canales se consideraron carnes DFD, datos similares que obtuvo Mogrovejo & Solís, (2021) en donde evaluaron el efecto de los factores de transporte, alojamiento y manejo en la calidad de la carne en el camal municipal de Cuenca, analizaron 450 canales y se encontró que el 76,5 % (344) obtuvieron un $\text{pH} \geq 6,3$ indicando la presencia de carne DFD, queriendo decir que hay un descenso del pH poco marcado (Andújar *et al.*, 2009).

Castrillón *et al.*, (2005) determina que en la carne de cerdo a los 45 minutos postmortem en la ciudad de Medellín el 0.58% de la carne PSE pasa a DFD y el otro 4.57% pasa al estado normal, que resultan parámetros no convencionales. Por lo cual no es común que a los 45 minutos postmortem se evidencien carnes DFD. Pero Jerez & de Moreno, (2013) asocian el aumento del estrés por el tiempo de viaje prolongado, considerando insuficiente el periodo de descanso previo a la faena, para así lograr restablecer el estado basal. Por ende, pasadas las 24 horas la carne debería haber alcanzado su pH óptimo (Barrera *et al.*, 2022).

7.2. Caracterización de pH de la carne (7 h)

El 74 % de las carnes de esta investigación fueron carnes normales, con un pH óptimo entre 5,4 - 5,7; en cambio el 26 % del total resultaron con un pH final elevado (>6), con valores de 6,00 a 6,33; durante este proceso, el glucógeno se agotó, generando una alteración en la tasa de disminución del pH, provocando carnes oscuras con una mayor capacidad de retención de agua y un aspecto seco en la superficie (Culau *et al.*, 1993; León *et al.*, 2018; Flórez *et al.*, 2022). La cantidad de glucógeno en el músculo antes del sacrificio dependerá de factores que causen estrés físico y fisiológico a los animales (Zimmerman, 2008; Hernández *et al.*, 2023).

En una investigación sobre la calidad de la carne de res realizada en las provincias de Manabí, Guayas, Santo Domingo de los Tsáchilas y Napo, se midió el pH de canales de 10 lotes de ganado vacuno y se observó que el pH en las primeras 24 horas alcanza el valor de 5,70 que está por debajo de lo permitido y como consecuencia la carne no tendría las características organolépticas óptimas y su retención de agua sería baja. Se suma las posibles causas de estrés y demasiado ayuno en el vacuno. Después de las 24 horas el pH se elevó a 6,00 lo que confirmó que el lote estuvo sometido a un estrés y el consumo de glucógeno no pudo regularizarse (Zamora & del Rocío, 2018).

7.3. Color

En este estudio se observó que a los 45 minutos postmortem el 14 % total de canales está en un color cercano a 2, lo que representa dentro de la escala como carne PSE, datos similares que obtuvo Salinas *et al.*, (2020) resulta que el color en la categorías 1A y 1B en la carne de res van apegadas a la apariencia habitual de una carne pálida, suave y exudativa PSE (Anexo 2) (Aalhus *et al.*, 1998; Adzitey & Nurul, 2011).

El 86 % total de las canales de esta investigación son normales a los 45 minutos y muestran colores entre 3-4, que fluctúan entre rosado y rojo (Anexo 7). Por otro lado Salinas *et al.*, (2020) define que en la categoría 3 la carne de vacuno se encuentra en el límite de calidad aceptable, pero que aun así ya se puede considerar que la carne se está acercando a un color característico de las DFD (Anexo 2) (Gagaoua *et al.*, 2018).

Después de las 7 horas postmortem el 74 % de las canales de esta investigación mantuvieron el mismo color entre 3-4 considerándose normal (Anexo 7). En las zonas del *longissimus dorsi* (lomo) y *semimembranosus* (pierna) muestran colores entre un rosado y rojo. El otro 26 % se observó un color de 5 por encima de la base (3-4). Salinas *et al.*, (2020) afirma que en las categorías 4-5 se puede evidenciar carnes mal logradas porque poseen el color oscuro característico de la anomalía DFD (Anexo 2).

En la mayoría de estudios para poder determinar el color de la carne utilizan referencias visuales acompañadas de instrumentos ya que ayudan a complementar una mayor obtención para determinar color más pálidos hasta oscuros (Goñi *et al.*, 2008).

7.4. Factores causantes de la alteración de pH y color de la carne de cerdo de este estudio

Las canales de esta investigación presentaron con las anomalías PSE Y DFD, cabe mencionar que en un estudio realizado en Babahoyo sobre el efecto del tiempo de transporte

en cerdos de acuerdo a García, (2021) los factores más influyentes sobre la calidad de carne son la fatiga y el cansancio debido a un transporte largo, alta velocidad, el confinamiento excesivo de animales y así como peleas entre ellos (Herrera *et al.*, 2009).

En el presente estudio los animales que llegaban al centro de faenamiento la mayoría estaban exhibidos a tiempos de transportes largos; mientras que la otra parte de cerdos no cumplía el tiempo de reposo necesario y se los confinaba en un mismo corral; cabe recalcar que desde el arribo hasta el inicio del faenamiento los animales permanecen en reposo de dos a tres horas máximo.

Herrera *et al.*, (2009) concluye que el estrés durante el transporte influye directamente en la calidad de la carne, las concentraciones de glucosa en sangre, creatinquinasa (CK) y lactato deshidrogenasa (LDH) son indicadores del estrés ya que aumentan en la actividad plasmática, estos metabolitos se liberan como producto de un cambio en la permeabilidad de membranas celulares y la llegada a la circulación desde el tejido muscular (Kim *et al.*, 2004). Además, el ayuno no adecuado o prolongados provocan la aparición de carnes DFD (Faucitano, 2018; Muñoz *et al.*, 2020).

Al a ver un déficit de glucógeno antes del sacrificio por causas de estrés por tiempos prolongados no se dará la acidificación postmortem ya que no hay glucógeno muscular disponible para transformarse en ácido láctico. Como resultando el pH no va a descender hasta los valores normales produciendo carnes oscuras con mayor retención de agua. Por consiguiente, la poca generación de ácido láctico luego del sacrificio, produce una carne DFD (León *et al.*, 2018; Zimmerman, 2008).

El bienestar de los animales durante el transporte y faena e incluso el manejo en las granjas de porcinos requiere de un equipo y conocimiento apropiado como de la supervisión de los empleados a cargo. Estas variables permitirán determinar si las prácticas que se emplean están mejorando o deteriorando (Oviedo, 2021). Para cumplir con los parámetros de calidad de la carne como el bienestar de los animales, el tiempo de descanso debería ser de 2 horas antes de ser faenados (Jerez & de Moreno, 2013).

Cuando el animal se mueve al área de aturdimiento inmediatamente después del desembarque son más difíciles de manejar, al contrario de cerdos que descansan durante una hora como mínimo, obtienen mejores resultados. El encierro por un tiempo excesivamente largo compromete en el bienestar y la calidad de la carne, teniendo como consecuencia defectos indeseados en la carne y parámetros anormales (Alvarado *et al.*, 2011; Timaure *et al.*, 2020).

8. Conclusiones

- Los niveles de pH a los 45 minutos y 7 horas postmortem en la mayoría de las carnes resultaron normales, sin embargo existen valores fuera de los parámetros requeridos, confirmando una pequeña parte con carnes PSE y un mayor porcentaje de carnes DFD.
- Se determinó que a los 45 minutos postmortem la totalidad de las carnes fueron de colores normales; y en una menor cantidad se mostraron superficies pálidas, característica de PSE; a las 7 horas postmortem los colores rosado y rojo siguen prevaleciendo, siendo normales; pero en un porcentaje considerable resultaron carnes oscuras DFD.
- Las alteraciones del pH y color en las carnes se deben a que los animales previos al faenamiento tuvieron situaciones que generaron un estrés, debido a que el glucógeno no pudo regularizarse.
- Se concluyó que existe la presencia de carnes de cerdo con las anomalías DFD en el presente estudio.

9. Recomendaciones

- Se debe realizar mediciones de pH a los 45 minutos y 24 horas en otras zonas de músculo, con el fin de verificar que el proceso de maduración de músculo a la carne se haya concluido y se restablezcan los valores de pH.
- Se recomienda emplear equipos con mayor sensibilidad y especificidad que nos permita determinar con mayor rapidez y veracidad en la toma de datos
- Se sugiere emplear referencias visuales acompañadas de instrumentos de mayor precisión que nos permita asegurar los resultados, así como considerar buena luminosidad para poder medir en distintas zonas como *longissimus dorsi* (lomo) y *semitendinosus* (pierna), ya que hay una variabilidad de color en estas zonas.
- Se recomienda mejorar el manejo de los animales antemortem con un transporte de 4 a 8 horas, más corral de descanso en el matadero de 2 a 4 horas, siendo el tiempo de ayuno en porcinos al menos de 12 horas y no sobrepasar 18 horas. Con el fin de evitar un estrés futuro.
- Se deben realizar estudios en donde se evalúen los parámetros de pH y color en diferentes intervalos de tiempo para determinar las anomalías sobre la calidad de la carne.

10. Bibliografía

- Aalhus, J. L., Best, D. R., Murray, A. C., & Jones, S. D. M. (1998). A comparison of the quality characteristics of pale, soft and exudative beef and pork 1. *Journal of Muscle Foods*, 9(3), 267-280.
- Adzitey, F., & 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).
- Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario (AGROCALIDAD). (2018). *Bienestar Animal. Movilización de animales de producción*. 1(1), 33.
- Agudelo Rincón, D. M., & Bejarano Novoa, N. (2013). Caracterización física y sensorial de la carne de res industrial durante el desposte producida por un frigorífico. *Bogotá DC*.
- Aguilar Segovia, J. E. (2004). *Efecto del tiempo de reposo, tiempo pos-mortem, sexo y peso de canal sobre la calidad de la carne de cerdo*.
- Alvarado, C. (2002). Current issues in the poultry industry: Meat quality and moisture retention. *Nutritional Biotechnology in the feed and food Industries. Proceedings of Alltechs Eighteenth Annual Symposium. Edited by TP Lyons and KA Jacques. Nottingham UK*, 13-20.
- Andújar, G., Pérez, D., & Venegas, O. (2009). Los cambios post mortem y la transformación del músculo en carne. *Química y bioquímica de la carne y productos cárnicos. Instituto de Investigaciones para la industria alimentaria. Editorial Universitaria. La Habana, Cuba*.
- Asencios, R. (2004). *Variación del pH en la carne de cerdos beneficiados con aturdimiento eléctrico y sin aturdimiento*.
- Ayala, C. (2018). Importancia nutricional de la carne. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 5(Especial), 54-61.
- Becerril, M., Mota, D., Guerrero, I., Schunemann de Aluja, A., Lemus, C., Gonzáles, M., Ramírez, R., & Alonso, M. (2009). Aspectos relevantes del bienestar del cerdo en tránsito. *Veterinaria México*, 40(3), 315-329.
- Bermejo, R., Lafuente, J., Villarroel, M., Farish, M., Mitchel, M., & Barreiro, P. (2015). Correlación entre pH y color de la carne durante la fase post mórtem en cerdos diferenciando entre carnes PSE y DFD. *Interempresas*, 94-100.
- 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. *Universitat Autònoma de Barcelona*.
- Caldara, F. R., Santos, V. M. O. dos, Santiago, J. C., Almeida Paz, I. C. de L., Garcia, R. G., Vargas Junior, F. M. de, Santos, L. S. dos, & Nääs, I. de A. (2012). Propriedades físicas e sensoriais da carne suína PSE. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 13, 815-824.
- Campion, D. S. (2013). *Calidad de la carne porcina según el sistema de producción*. <https://repositorio.uca.edu.ar/handle/123456789/455>
- Capra, G., Repiso, L., Fradjeiti, F., Martínez, R., Corzano, S., & Márquez, R. (2013). Valor nutritivo de la carne de cerdo. *Rev. INIA*, 32, 20-24.
- Carrascal, J. R., & Lopez, C. (2005). Alimentación y calidad sensorial en cerdos destinados a la obtención de productos cárnicos de calidad diferenciada. *Avances en nutrición y alimentación animal*, 53-80.
- Castrillón, W. E., Fernández, J. A., & Restrepo, L. F. (2005). Determinación de carne PSE (pálida, suave y exudativa) en canales de cerdo. *Vitae*, 12(1), 23-28.
- Castrillón, W. E., Fernández, J. A., & 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.
- Cerdeño, V. J. M. (2010). Consumo de carne y productos cárnicos. *Distribución y consumo*, 20(111), 5-23.
- Coma, J., Piquer, J., & Companys, G. V. (1999). Calidad de la carne en porcino efecto de la nutrición. *XV Curso de Especialización avances en nutrición y alimentación animal. FEDNA*, 15, 197-222.
- Cuela, J. B. (2021). Implementación de medidas de manejo, análisis y evaluación de la carne de cerdo (PSE y DFD) para el incremento de la calidad, de la empresa “El cerdito” SAC, Arequipa 2021.
- Culau, P. de O. V., Ourique, J. R., & Nicolaieski, S. (1993). Efeito do manejo pré-abate na incidência de PSE e DFD em suínos. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 1(2), Article 2.
- Faucitano, L. (2018). Preslaughter handling practices and their effects on animal welfare and pork quality. *Journal of Animal Science*, 96(2), 728-738.
- Flórez, L. Y., Martínez, A., Muriel, D. F., & Ortiz, Y. J. (2022). Causas y estrategias para minimizar el impacto económico por mermas de la carne en bovinos y porcinos: *Revisión monográfica*.
- Gagaoua, M., Picard, B., & Monteils, V. (2018). Associations among animal, carcass, muscle

- characteristics, and fresh meat color traits in Charolais cattle. *Meat science*, 140, 145-156.
- Gamboa, J. G., Gallegos, R. A., Arcos, J. L., López, R., Ramírez, E. de J., & Alarcón, A. D. (2011). Efecto del método de insensibilización sobre los parámetros más importantes que influyen en el sacrificio y calidad de la carne de cerdo. *Nacameh*, 5(2), 40-55.
- García, L. M. (2021). Efecto del tiempo de transporte en la calidad de la carne de cerdos faenados en rastros Municipales [B.S. thesis]. *Babahoyo: UTB*, 2021.
- González, M., & Quintero, O. (2014). Estimación de la vida útil de almacenamiento de carne de res y de cerdo con diferente contenido graso. *Vitae*, 21(3), 201.
- Goñi, V., Indurain, G., Hernandez, B., & Beriain, M. J. (2008). Measuring muscle color in beef using an instrumental method versus visual color scales. *Journal of muscle foods*, 19(2), 209-221.
- Gornik, S. G., Albalat, A., Atkinson, R. J. A., & Neil, D. M. (2009). Biochemical investigations into the absence of rigor mortis in the Norway lobster *Nephrops norvegicus*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 373(1), 58-65.
- Guerra, M. C. (2019). Optimización del tiempo de maduración de carnes de cerdo y vacuno durante el proceso de refrigeración. *Ingeniería Alimentaria (Tesis)* [2].
- Hambrecht, E., Eissen, J. J., & Verstegen, M. W. A. (2003). Effect of processing plant on pork quality. *Meat Science*, 64(2), 125-131.
- Hernández, L., Barragán, W. A., Angulo, J., & Mahecha, L. (2023). Carne oscura, firme y seca (DFD). *Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA*, 15(1), Article 1. <https://doi.org/10.24188/recia.v15.n1.2023.938>
- Horcada, A. L., & Polvillo, O. (2010). Conceptos básicos sobre la carne. *La Producción de carne en Andalucía*. <http://bit.ly/3qpviWW>
- Irreño, F. J., Escorcía, N. S., Navarro, G. M., Muñoz-Salinas, L., Navas, J. C., Domínguez, A., & Cala, D. L. (2022). Avances recientes en el estudio de factores de estrés prefaenado sobre la calidad de la carne bovina, aviar y porcina. *Scientia Agropecuaria*, 13(3), 249-264.
- Jerez, N., & de Moreno, L. A. (2013). Influence of the rest time on carcass quality and pork meat characteristics. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 47(1).
- Jerez, N., Trompiz, J., Mendoza, E., & Arenas de Moreno, L. (2020). Evaluación del método de aturdimiento y tiempo de reposo corto sobre las características de la canal y la carne de cerdo. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 31(3).
- Kim, D. H., Woo, J. H., & Lee, C. Y. (2004). Effects of Stocking Density and Transportation

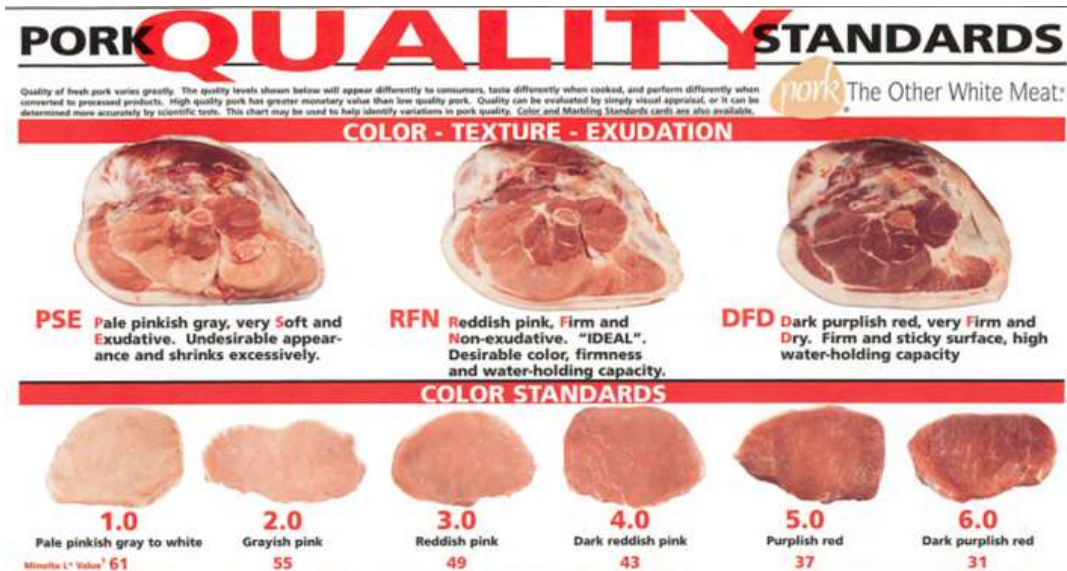
- Time of Market Pigs on Their Behaviour, Plasma Concentrations of Glucose and Stress-associated Enzymes and Carcass Quality. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 17(1), 116-121. <https://doi.org/10.5713/ajas.2004.116>
- Koomkronk, N., Boonkaewwan, C., Laenoi, W., & Kayan, A. (2017). Blood haematology, muscle pH and serum cortisol changes in pigs with different levels of drip loss. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 30(12), 1751.
- León, M., Orduz, A., & Velandia, M. (2018). Composición fisicoquímica de la carne de ovejo, pollo, res y cerdo. *limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 15(2), 62-75.
- Lobo, L. D. Y. (2012). Estimación del comportamiento del glucógeno y el ph muscular en relación al tiempo postsacrificio en cerdos. *CITECSA*, 3(4), 50-62.
- López, L. H., Gonzales, M. E., Carrillo, A. L., Cruz, M. G., & Anaya, A. M. (2016). Clasificación de carne de cerdo por atributos de calidad a partir de una escala de color descriptiva nacional. *Invest Desarrollo Cienc Tecnol Alimentos*, 1, 553-558.
- Mamani, L. W., Cayo, F., & Gallo, C. (2014). Características de canal, calidad de carne y composición química de carne de llama: Una revisión. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 25(2), 123-150.
- Martínez, R., & Monserrate, A. (2021). Producción y comercialización de carne de cerdo en la comuna El Tambo, provincia de Santa Elena. [B.S. thesis]. *La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena*, 2021.
- Marzoque, H. J., Lima, C. M. G., Pagnossa, J. P., Cunha, R. F. da, Silva, D. R. G., Ramos, A. L. de S., & Ramos, E. M. (2020). Evaluation of pH in swine carcasses regarding on the transport distance of the animals: A case study. *Research, Society and Development*, 9(10), Article 10. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8893>
- Mathias, K., & Ah-Hen, K. (2014). El color en los alimentos un criterio de calidad medible. *Agro sur*, 42(2), 57-66.
- Mesa, J. (1976). *El medio ambiente en la producción porcina e impacto en la carne*. https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/20184/77092_1770.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Mogrovejo, N., & Solís, A. (2021). Efecto de los factores transporte, alojamiento y manejo sobre la calidad de la carne de cerdo. *PhD Thesis. Tesis de pregrado, Universidad de Cuenca*.
- O'Halloran, G. R., Troy, D. J., & Buckley, D. J. (1997). The relationship between early post-mortem pH and the tenderisation of beef muscles. *Meat science*, 45(2), 239-251.
- Oliván, M., Sierra, V., & García, P. (2013). Efecto del tiempo de maduración sobre la calidad

- organoléptica de la carne de vacuno. *Tecnología Agroalimentaria*.
- Onega, E. (2003). Evaluación de la calidad de carnes frescas: Aplicación de técnicas analíticas, instrumentales y sensoriales. [Universidad Complutense de Madrid]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=16644>
- Pond, W. G., Maner, J. H., & Harris, D. L. (2012). Pork production systems: Efficient use of swine and feed resources. *Springer Science & Business Media*.
- Ramírez, E. (2013). Empaque para la conservación de carne y productos cárnicos. *Agro Productividad*, 6(1).
- Rey, A. I., De Cara, A., Escudero, R., Segura, J. F., & Calvo, L. (2020). *Pequeñas variaciones en el tiempo de ayuno y calidad de la carne de cerdo*.
- Rodríguez, D., Álvarez, J., & Cecilia, N. (2019). Técnicas cuantitativas de investigación de mercados aplicadas al consumo de carne en la generación millennial de la ciudad de Cuenca (Ecuador). *Espacios*, 40, 20.
- Rojo, A. D. A., Alvarado, J. G. G., & Vidales, H. J. (2008). Factores que afectan la calidad de carne de cerdo. *Nacameh*, 2(1), 63-77.
- Rojo, A. D. A., Atondo, J. O. D., Almeida, F. A. R., & Vidales, H. J. (2005). Incidencia de carne pálida-suave-exudativa (PSE) y oscura-firme-seca (DFD) en cerdos sacrificados en la región del Bajío en México. *Técnica pecuaria en México*, 43(3), 335-346.
- Salinas, S., Rubio, M. S., Braña, D., Méndez, R. D., Delgado, E. J., Salinas, S., Rubio, M. S., Braña, D., Méndez, R. D., & Delgado, E. J. (2020). Desarrollo y validación de un patrón visual para la evaluación del color de la carne de bovino en México. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 11(2), 479-497. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i2.5181>
- Sarmiento, G. A. (2021). Determinación de carnes PSE, normal y DFD en cerdos faenados en el camal Cafrilosa de la ciudad de Loja. [BachelorThesis, Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/23745>
- Sierra, V. (2010). Evolución post-mortem de parámetros indicativos de calidad en carne de vacuno: Efecto de la raza y el gen de la hipertrofia muscular.
- Souza, P. F. A. de, Amador, A. C. de S., Bruhn, F. R. P., & Faria, P. B. (2023). Pre slaughter factors in pigs on initial pH and temperature: A case study. *Ciência Rural*, 53, e20220678. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20220678>
- Widiyanto, S., Widiyono, I., Putro, P. P., & Astuti, P. (2015). Stress Estimation of Pre-Slaughter and Slaughtered by Means of Fourier Transform Infrared Spectroscopy Analysis Through Measurement of Cortisol and Catecholamine Level in Female Cattle Urine. *Animal Production*, 16(3), 193-201.

- Zamora, R., & del Rocío, L. (2018). Carne del ganado vacuno. *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, abril.
- Zhang, M., Dunshea, F. R., Warner, R. D., DiGiacomo, K., Osei-Amponsah, R., & Chauhan, S. S. (2020). Impacts of heat stress on meat quality and strategies for amelioration: A review. *International journal of biometeorology*, 64, 1613-1628.
- Zhao, L., McMillan, R. P., Xie, G., Giridhar, S. G., Baumgard, L. H., El-Kadi, S., Selsby, J., Ross, J., Gabler, N., & Hulver, M. W. (2018). Heat stress decreases metabolic flexibility in skeletal muscle of growing pigs. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 315(6), R1096-R1106.
- 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 https://www.produccionanimal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina_carne/146-carne.pdf

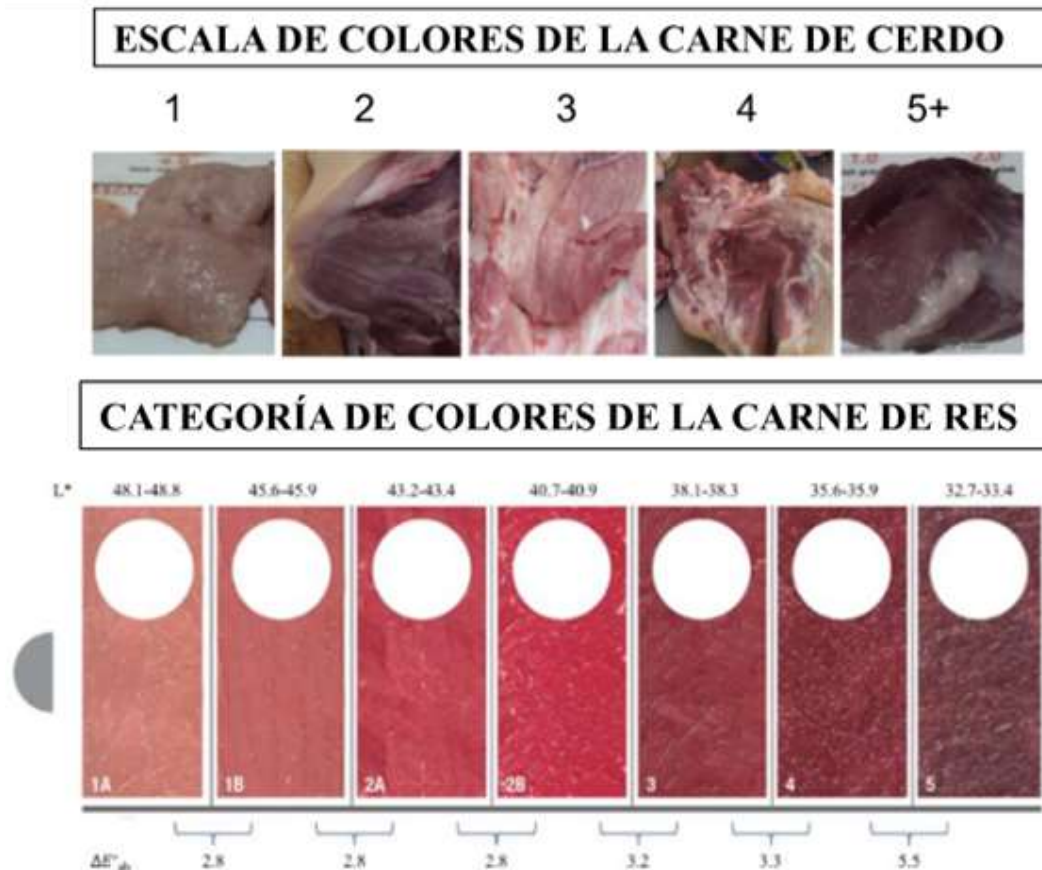
11. Anexos

Anexo 1. Escala de color de carne de cerdo (Pork Quality Standards)



Nota: Referencia visual que se utilizó en este estudio

Anexo 2. Escala de color de carne (cerdo y res)



Nota: Comparación de escala de color de carnes de cerdo de este estudio con otra escala en res de res

Anexo 3. Medición de pH a los 45 minutos en la zona de semitendinosus (pierna)



Anexo 4. Medición de pH a las 7 horas en la zona del longissimus dorsi (lomo)



Anexo 5. Medición de color de la carne de cerdo a los 45 minutos



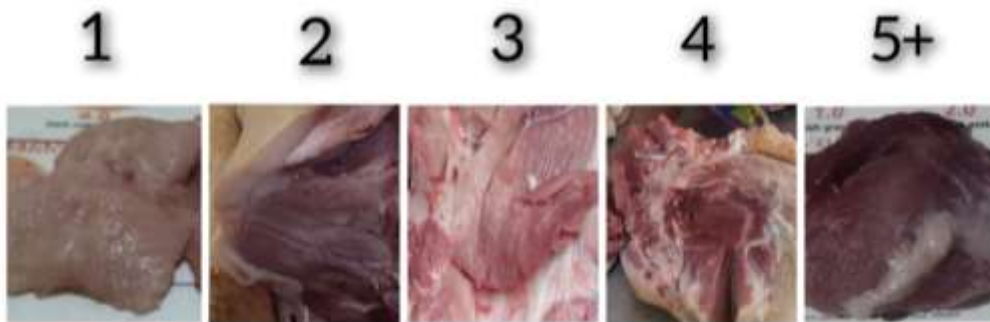
Nota: Comparación de cortes de carne en la misma zona del *semitendinosus*; al lado izquierdo corresponde a tipo (PSE) y al lado derecho a una carne normal.

Anexo 6. Medición de color de la carne de cerdo a las 7 horas



Nota: Corte de la zona del *longissimus dorsi* que corresponde a una carne tipo (DFD).

Anexo 7. Escala de color de la carne de cerdo



Nota: Determinación del color de la carne de cerdo de este estudio; 1 (color pálido), 2 (color entre pálido y normal), 3 (color rosado), 4 (entre rosado y rojo) y 5+ (colores oscuros).

Anexo 8. Parámetros de pH y de color de las 50 canales de cerdo

N° animales	pH 45 min	Color 45		Color 7 horas
		min	pH 7 horas	
1	6,37	4	6,10	5
2	6,33	4	5,54	3
3	6,14	3	6,23	5
4	6,44	4	5,51	4
5	5,74	3	6,13	5
6	6,26	3	5,52	3
7	5,83	2	5,71	4
8	5,96	2	5,85	4
9	6,17	3	5,29	3
10	6,13	3	5,47	4
11	5,74	2	6,10	5
12	6,32	3	5,49	3
13	6,36	3	5,75	4

14	6,00	3	5,98	4
15	6,27	3	5,47	3
16	5,86	2	5,93	4
17	6,14	3	5,19	3
18	6,15	3	5,34	3
19	6,30	3	5,22	3
20	5,90	3	6,11	5
21	6,35	3	5,42	4
22	6,27	4	5,12	3
23	6,34	4	5,94	4
24	6,23	3	5,85	4
25	5,92	2	6,16	5
26	6,21	3	5,13	3
27	5,51	3	5,90	4
28	6,33	4	5,44	4
29	6,27	3	6,00	5
30	6,48	3	5,20	3
31	5,97	3	6,33	5
32	6,15	3	5,56	4
33	5,89	2	6,15	5
34	6,18	3	5,72	4
35	6,31	3	5,83	4
36	6,43	3	5,32	3
37	6,55	4	5,92	4
38	6,40	4	5,42	3
39	5,83	3	6,12	5
40	5,85	3	6,23	5
41	6,20	3	5,36	4
42	5,74	2	6,00	5
43	6,18	3	5,52	3
44	6,17	3	5,72	4
45	6,44	4	5,43	3
46	6,27	4	5,65	4
47	6,41	4	5,37	3
48	5,59	3	6,15	5
49	6,17	3	5,62	4
50	6,18	3	5,39	4

Anexo 9. Certificado de traducción de resumen

Certificado de traducción

Loja, 26 de Septiembre del 2023

Yo, Lic. Eduardo Luis Cuenca Alulima, licenciado en Ciencias de la Educación mención Inglés, registro N: 1031-2021-2400859 certifico:

Que el resumen de la tesis titulada Evaluación de la calidad de la carne cerdo postmortem en el Camal Municipal de Alamor de autoría de Jonathan Leandro Maza Merchán, con numero de cedula 0705357549, es fiel traducción al idioma inglés a mi saber y entender.

Lo certifico en honor a la verdad pudiendo al interesado hacer uso de este documento como estime conveniente.



Escaneado y verificado correctamente por:
EDUARDO LUIS CUENCA
ALULIMA