

# UNIVERSIDAD DE CUENCA



## Facultad de Ciencias Agropecuarias Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

*“Influencia de la edad, sexo, procedencia y tiempo de reposo sobre la calidad de las canales bovinas”*

Trabajo de titulación previo a la  
obtención del título de Médico  
Veterinario Zootecnista

### **AUTORES**

Jonathan Gerardo Pesántez Peláez      C.I.: 1400836720

Porfirio David Polo Montoya      C.I.: 0705659084

### **DIRECTOR**

Gonzalo Estuardo López Crespo Mvz.      C.I.: 0300721636  
M Sc.

**Cuenca – Ecuador**

**19-06-2019**

## RESUMEN

La presente investigación se desarrolló con el objetivo de determinar la influencia de los factores ante-mortem como edad, sexo, procedencia y tiempo de reposo, sobre la calidad de canales bovinas estimada mediante el pH final (24 horas) y color, la investigación se realizó en la Empresa Pública EMURPLAG EP. Para este estudio se analizó un total de 662 canales bovinas. Para el análisis de los datos se utilizó el programa estadístico InfoStat versión 2018, se empleó la prueba ANOVA para las variables cuantitativas y Chi-cuadrado de Pearson para comparar porcentajes, en todos los casos se utilizó una significancia del 95%. No se encontraron diferencias estadísticas en edad y tiempo de reposo sobre el pH final de las canales, no obstante, la variable sexo mostro significancia, obteniéndose un promedio de pH final más elevado en hembras (5,86) que en machos (5,81). Se determinó que el mayor porcentaje (44%) de canales con un color rojo oscuro al corte se presentó en animales con las edades comprendidas entre 25 a 48 meses, así mismo el sexo afecto el color de la canal al corte en donde del total de canales con presencia de corte oscuro el 63% correspondió a hembras. Además, el pH final ejerce influencia sobre el color ya que las canales que presentaron un color rojo cereza brillante al corte tenían un promedio de pH final de 5,76 mientras que canales que presentaron un color rojo oscuro al corte tenían un promedio de pH final de 5,91.

**Palabras clave:** Calidad de carne. pH final. Carnes de corte oscuro. Carnes DFD.

## ABSTRACT

The present investigation was developed with the objective of determine the influence of the ante-mortem factors such as age, sex, origin and resting time, on the bovine carcasses quality estimated by the final pH (24 hours) and color, the research was made in the Public Company EMURPLAG EP. For this study a total of 662 bovine carcasses were analyzed. For the analysis of the data the statistical program InfoStat version 2018 was used, the ANOVA test was used for the quantitative variables and Chi-square of Pearson to compare percentages, in all the cases a significance of 95% was used. There were no statistical differences in age and resting time on the final pH of the carcasses, however the sex variable showed significance, obtaining an average final pH higher in females (5,86) than in males (5,81). It was determined that the highest percentage (44%) of carcasses with a dark red color when cut was present in animals between the ages of 25 to 48 months, and sex also affected the color of the carcasses to the cut where the total of carcasses with presence of dark cut 63% corresponded to females. In addition, the final pH exerts an influence on the color since the channels that had a bright cherry red color when cut had an average final pH of 5,76, while carcasses that had a dark red color when cut had an average final pH of 5,91.

**Key words:** Meat quality. Final Ph. Dark cutting beef. DFD meats.



## ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN .....	17
1.1. OBJETIVOS .....	19
1.1.1. Objetivo general:.....	19
1.1.2. Objetivos específicos:.....	19
1.2. HIPÓTESIS .....	19
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	20
2.1. Producción bovina en el Ecuador.....	20
2.2. Producción cárnica en el Ecuador.....	20
2.3. Carne .....	20
2.3.1. Composición de la carne .....	21
2.4. Procesos fisiológicos y bioquímicos post mortem .....	24
2.5. pH en la industria cárnica.....	27
2.5.1. pH final .....	28
2.6. Color de la carne .....	28
2.7. Factores que afectan la calidad de la carne.....	30
2.7.1. Edad .....	30
2.7.2. Sexo .....	32
2.7.3. Distancia de transporte.....	32
2.7.4. Tiempo de reposo.....	33
2.8. Carnes de corte oscuro .....	34
3. MATERIALES Y MÉTODOS .....	36
3.1. Materiales.....	36
3.1.1. Materiales biológicos .....	36
3.1.2. Materiales físicos .....	36
3.1.3. Materiales químicos.....	36
3.2. Metodología .....	36
3.2.1. Área de estudio.....	36
3.2.2. Determinación del universo .....	37



4. RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	42
5. CONCLUSIONES .....	52
6. RECOMENDACIONES .....	53
7. BIBLIOGRAFÍA .....	54
8. ANEXOS .....	60



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Composición de la carne bovina por cada 100g. ....	24
<b>Tabla 2.</b> Color de la carne según el estado de la mioglobina .....	29
<b>Tabla 3.</b> Estadígrafa básica. ....	42
<b>Tabla 4.</b> Porcentaje de canales con respecto al pH final. ....	42
<b>Tabla 5.</b> Análisis de Varianza para pH inicial. ANOVA al 5%.....	43
<b>Tabla 6.</b> Comparación entre las medias de la categoría tiempo de reposo sobre el pH inicial. Prueba de Tukey al 5%. ....	43
<b>Tabla 7.</b> Análisis de Varianza para pH final. ANOVA al 5%. ....	44
<b>Tabla 8.</b> Comparación entre las medias de la categoría sexo sobre el pH final. Prueba de Tukey al 5%. ....	44
<b>Tabla 9.</b> Comparación entre las medias de la categoría procedencia sobre el pH final. Prueba de Tukey al 5%.....	45
<b>Tabla 10.</b> Interacciones dobles sobre el pH final. Prueba de Tukey al 5%. ....	46
<b>Tabla 11.</b> Medidas del pH final en las diferentes categorías de color. Prueba de Bonferroni al 5%. ....	47

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Esquema del proceso de transformación del músculo en carne (Adaptado de Roncalés, 2001). <b>Fuente:</b> (Horcada y Polvillo, 2010) .....	26
<b>Figura 2.</b> Patrones visuales de la escala de color para lomo de res. <b>Fuente:</b> (Rubio y col. 2013) .....	30
<b>Figura 3.</b> Comparación del color relacionado a la edad. Animal joven (arriba), animal viejo (abajo). <b>Fuente:</b> (Rubio y col. 2013) .....	31
<b>Figura 4.</b> Cronología dentaria en bovinos <b>Fuente:</b> (Ledic, 2011).....	32
<b>Figura 5.</b> Grado de afectación por corte oscuro de cada músculo. <b>Fuente:</b> (Herrera y col. 2012) .....	34
<b>Figura 6.</b> Mapa satelital, ubicación geográfica de la Empresa Pública Municipal de Servicios de Rastro y Plazas de Ganado (EMURPLAG EP). <b>Fuente:</b> (Maps, 2019) .....	37
<b>Figura 7.</b> Porcentaje de canales bovinas con presencia de cortes oscuros. ...	48
<b>Figura 8.</b> Porcentaje de canales con corte oscuro en relación a la edad. Prueba de Chi Cuadrado 5%. .....	49
<b>Figura 9.</b> Porcentaje de canales con corte oscuro en relación al sexo. Prueba de Chi Cuadrado 5%. .....	50



## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1:</b> Hoja de campo de datos ante-mortem. <b>Fuente:</b> Autores .....	60
<b>Anexo 2:</b> Hoja de campo de datos post-mortem. <b>Fuente:</b> Autores .....	60
<b>Anexo 3:</b> Medidor de pH digital utilizado en el estudio, modelo APERA PH60S. <b>Fuente:</b> Autores .....	61
<b>Anexo 4:</b> Determinación de la edad, 0 incisivos definitivos (menor a 12 meses aproximadamente). <b>Fuente:</b> Autores .....	61
<b>Anexo 5:</b> Determinación de la edad, 2 incisivos definitivos (18-24 meses de edad aproximadamente). <b>Fuente:</b> Autores .....	62
<b>Anexo 6:</b> Determinación de la edad, 6 incisivos definitivos (36 meses aproximadamente). <b>Fuente:</b> Autores .....	62
<b>Anexo 7:</b> Medición del pH final en el musculo longissimus dorsi. <b>Fuente:</b> Autores .....	63
<b>Anexo 8:</b> Toma de datos del pH final en la cámara de frío. <b>Fuente:</b> Autores .	63
<b>Anexo 9:</b> Identificación de las canales. <b>Fuente:</b> Autores .....	64
<b>Anexo 10:</b> Valoración del color de la canal. Color rojo cereza brillante. <b>Fuente:</b> Autores .....	64
<b>Anexo 11:</b> Valoración del color de la canal. Rojo oscuro. <b>Fuente:</b> Autores ....	65

## Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

---

Jonathan Gerardo Pesántez Peláez en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "*Influencia de la edad, sexo, procedencia y tiempo de reposo sobre la calidad de las canales bovinas*", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 19 de Junio del 2019



---

Jonathan Gerardo Pesántez Peláez

C.I: 1400836720

## Cláusula de Propiedad Intelectual

---

Jonathan Gerardo Pesántez Peláez, autor del trabajo de titulación "*Influencia de la edad, sexo, procedencia y tiempo de reposo sobre la calidad de las canales bovinas*", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 19 de Junio del 2019



---

Jonathan Gerardo Pesántez Peláez

C.I: 1400836720

## Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

---

Porfirio David Polo Montoya en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Influencia de la edad, sexo, procedencia y tiempo de reposo sobre la calidad de las canales bovinas", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca 19 de junio del 2019



---

Porfirio David Polo Montoya

C.I: 0705659084



## Cláusula de Propiedad Intelectual

---

Porfirio David Polo Montoya autor del trabajo de titulación “Influencia de la edad, sexo, procedencia y tiempo de reposo sobre la calidad de las canales bovinas”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca 19 de junio del 2019

---

Porfirio David Polo Montoya

C.I: 0705659084



## AGRADECIMIENTOS

*Agradezco al todo poderoso por permitirme culminar una etapa más de mi vida, por darme la vida y una gran familia que nunca dejó de apoyarme y creer en mí.*

*Agradezco a mis padres y hermanos que siempre estuvieron al pendiente a lo largo de mi vida estudiantil brindándome su amor incondicional.*

*Un agradecimiento sincero a todos los docentes de la Universidad de Cuenca, por todas sus enseñanzas y nunca ser mezquinos con sus conocimientos. A todos mis compañeros y amigos que hicieron de la etapa estudiantil uno de los mejores años de mi vida, sin olvidar que gracias a ellos ya me hubiese graduado dos años atrás, pero no hubiese vivido lo que he vivido.*

*Jonathan Pesántez Peláez*



## AGRADECIMIENTOS

*Agradezco a Dios por guiarme en todo este proceso de aprendizaje y darme las fuerzas necesarias para seguir día tras día hasta alcanzar esta gran anhelada meta.*

*A toda mi familia que estuvo a cada momento apoyándome para que no me dé por vencido y pueda cumplir mi sueño.*

*A los maestros y maestras que al compartir su conocimiento me enseñaron a ser una mejor una persona y me nutrieron de conocimientos tanto en lo académico como en lo personal.*

*A todas las personas maravillosas que conocí durante este paso por la Universidad.*

*A mis compañeros que se volvieron personas muy importantes durante este tiempo ya que sin ellos no hubiera tenido la mejor experiencia en la vida universitaria.*

*Porfirio David Polo Montoya*



## DEDICATORIA

*A mi padre Manuel por su gran sacrificio y su fuerte carácter que me ha sabido inculcar la responsabilidad y el respeto, me ha enseñado a valorar las cosas y el sacrificio que hay detrás de cada una de ellas.*

*A mí querida madre Elvia por educarme con amor y permanentemente confiar en mí, siempre ha estado allí presta para escucharme y aconsejarme, nada hubiese sido posible sin su apoyo.*

*A mi hermana mayor Doris, quien ha sido como mi segunda madre, brindándome sus consejos y sus palabras de aliento en los momentos que más necesite.*

*A mi familia y hermanas por estar siempre conmigo.*

*Jonathan Pesántez Peláez*



## DEDICATORIA

*A mis padres Silvio Polo y Susana Montoya ya que gracias a su esfuerzo y sacrificio yo he podido hacer realidad este gran sueño, pues nunca faltaron sus consejos y palabras de aliento.*

*A mis hermanos Andrea, Silvio y Mateus que con sus muestras de apoyo y lo orgullosos que se sentían de mí hicieron que nunca baje los brazos y que siempre tenga presente que ellos siguen mis pasos.*

*A Cristina la mujer que me ha acompañado todo este tiempo gracias por tu apoyo y consideración.*

*A mis tíos, tías, primos y primas que con sus palabras y consejos permitieron que pueda llegar a la meta.*

*Porfirio David Polo Montoya*

## 1. INTRODUCCIÓN

La FAO (2018) reporta un incremento en el consumo per cápita de carne de res a nivel mundial. Siendo en el Ecuador la carne de res es la segunda carne más consumida después de la de pollo (Castillo, 2015). Esto ha llevado a la aparición de un mercado cada vez más exigente en donde la decisión de compra está determinada principalmente por el precio, color y la contextura del producto (Horcada y Polvillo, 2010; MAGAP, 2013). Por lo cual las tercenas se han visto obligadas a proveer al cliente un producto con mejores características y de buena calidad (Gallo, 2003).

El pH último (pHu) o pH final (pHf) de la canal medido después de 24 horas de frío efectivo post mortem juega un papel crucial en la determinación de la calidad y características de la carne, ya que si esta medición es elevada la carne presentará una coloración oscura o café y de consistencia seca, dura y algo pegajosa (Apple y col. 2005), además de ser más susceptible al ataque de microorganismos (Amerling, 2001). Gallo (2003) nos menciona que un pHu óptimo de la canal está entre 5,30 y 5,70 y a partir de 5,80 es un valor no aceptable puesto que la carne presenta los problemas anteriormente mencionados.

Sin embargo, existen muchos factores tanto intrínsecos como extrínsecos al animal que pueden influir en un no descenso del pHu, entre ellos se encuentra la edad, sexo, tiempo de reposo previo al sacrificio, distancia comprendida entre la granja y el lugar de sacrificio entre otros (Jones y Tong, 1989; Gallo y Tadich, 2005). Si bien existen varios estudios a nivel mundial en torno a este tema los resultados obtenidos no pueden ser extrapolados puesto que las condiciones de manejo, transporte, alimentación e incluso la raza no son iguales a las que se tiene en la zona Sur del Austro Ecuatoriano.

No obstante, en Ecuador se utilizan valores de referencia de estudios realizados en países como Estados Unidos, Chile, Argentina y otros de América del Sur



inclusive del continente Europeo, los cuales están completamente alejados de nuestra realidad.

Por todo lo ya mencionado se ha visto la necesidad de recabar información sobre el efecto de la edad, sexo, procedencia y tiempo de reposo sobre la calidad de las canales bovinas faenadas en la ciudad de Cuenca, la misma que nos permitirá tomar medidas preventivas y correctivas tanto por parte de los productores, comerciantes y trabajadores como también de los médicos veterinarios encargados de las plantas faenadoras con respecto al manejo pre-mortem, sacrificio y post-mortem, lo cual maximiza así el aprovechamiento de los bovinos destinados al faenamiento.

## **1.1. OBJETIVOS**

### **1.1.1. Objetivo general:**

Determinar la influencia de la edad, sexo, procedencia y tiempo de reposo en corrales sobre la calidad de las canales de bovinos faenados en la Empresa Pública Municipal de Servicio de Rastro y Plazas de Ganado (EMURPLAG EP).

### **1.1.2. Objetivos específicos:**

- Determinar el pH de las canales a los 45 minutos y 24 horas post-faenamiento.
- Comparar la influencia de edad, sexo, procedencia y tiempo de reposo en los corrales sobre el pH y coloración de las canales de bovinos faenados en la Empresa Pública Municipal de Servicio de Rastro y Plazas de Ganado (EMURPLAG EP).

## **1.2. HIPÓTESIS**

### **Ha:**

La edad, sexo, procedencia y tiempo de reposo previo al sacrificio influyen sobre la calidad de las canales bovinas faenadas en la empresa pública municipal de servicio de rastro y plazas de ganado (EMURPLAG EP).

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Producción bovina en el Ecuador

El sector bovino en Ecuador se caracteriza por la producción de carne y leche en sus tres principales regiones, de las cuales la región costa y oriente es en donde se concentra el mayor porcentaje de ganado de carne. Hasta el año 2011 la tasa anual de crecimiento de ganado vacuno fue del 2,0% a nivel nacional (MAGAP, 2013). Hasta el 2016 se censaron 4.335.080 cabezas de ganado vacuno a nivel nacional que se explotan en 4.47 millones de Ha de pasto (MAG, 2018).

### 2.2. Producción cárnica en el Ecuador

Se estima que en el año 2015 se sacrificaron alrededor de 0.9 millones de reses las cuales produjeron 182.000 TM de peso equivalente a la canal, para el mismo año se estimó una importación de 1000 TM de países como EEUU dado una oferta total de 182.965 TM aproximadamente para una demanda que se divide en consumo doméstico 174.552 TM, en pérdidas y otros usos 8.413 TM de carne de res (Acebo y col. 2016).

### 2.3. Carne

Se define en forma genérica como carne, la porción comestible, sana y limpia de los músculos de los bovinos, ovinos, porcinos, caprinos y aves declarados aptos para la alimentación humana por la inspección veterinaria oficial, antes y después de la faena (Schmidt y col. 1984).

Fundamentalmente la carne está constituida por la parte muscular de los animales de abasto. Después del sacrificio de los animales, la porción muscular (constituida mayormente por fibras musculares, colágeno y grasa) sufre una serie de cambios que conducen a la transformación del músculo en carne (Horcada y Polvillo, 2010).

La definición de canal viene a ser el cuerpo de cualquier animal sacrificado, sangrado, desollado, eviscerado, sin cabeza ni extremidades. La canal es el producto primario; es un paso intermedio en la producción de carne, que es el

producto terminado. La canal es un continente cuyo contenido es variable y su calidad depende fundamentalmente de sus proporciones relativas en términos de hueso, músculo y grasa (Mariño y col. 2005; Guardia y col. 2004).

La carne es un producto alimentario altamente perecedero que, a menos que se congele adecuadamente o se almacene, se deteriorará rápidamente debido al desarrollo de microorganismos, deshidratación, exposición al oxígeno, y pérdidas de aroma y color (Mariño y col. 2005).

### **2.3.1. Composición de la carne**

La composición química de la carne hace referencia al contenido de agua, proteína, grasa y cenizas. Estas fracciones son más o menos variables en dependencia de la especie, raza, alimentación de los animales e incluso de la pieza carnicera. En general los valores medios para la carne comestible son: En carnes grasas un 62% de humedad, 20% de grasa, 17% de proteína y 1% de cenizas y para carnes magras un 70% de humedad, 9% de grasa, 20% de proteína y 1% de cenizas (Amerling, 2001).

#### **2.3.1.1. Agua**

El agua en la carne es el componente químico más abundante, puede considerarse el nutrimento más esencial para la vida animal, vegetal y humana. En animales adultos el contenido de agua varía en forma inversa con respecto al contenido de grasa y representa un 75% en base libre de grasa. El tejido graso tiene muy poca o ninguna humedad por lo cual, mientras mayor sea el contenido de grasa en un corte o canal, menor será el contenido de agua (Apuparo y Sinchi, 2012).

#### **2.3.1.2. Proteínas**

La carne posee entre el 20 – 25% de proteína, que proviene básicamente del tejido muscular. Esta proteína es de alto valor biológico (alrededor de un 40% de sus aminoácidos son esenciales, es decir, que el organismo no puede sintetizar y por ello deben ser aportados por la dieta). Las proteínas de la carne se dividen en tres grupos: sarcoplásmicas, miofibrilares y proteínas del estroma (Valero y col. 2012).

#### 2.3.1.2.1. *Proteínas sarcoplásmicas:*

Constituyen entre el 30 y el 35% de las proteínas totales del músculo del esqueleto y cardíaco.

#### 2.3.1.2.2. *Proteínas miofibrilares:*

Representan más del 50% de las proteínas totales del músculo siendo la miosina (27%) y la actina (11%) las proteínas mayoritarias de este grupo, estas proteínas son responsables de la capacidad de retención de agua.

#### 2.3.1.2.3. *Proteínas del estroma:*

Constituyen un 10-15% del contenido total de proteínas del músculo. Las dos proteínas principales del tejido conjuntivo son el colágeno y la elastina que representan más del 50% de las proteínas del estroma (Apuparo y Sinchi, 2012).

### 2.3.1.3. **Lípidos**

La carne es fuente de energía gracias a su contenido de grasa. La grasa cárnica provee del ácido graso esencial linoleico que sirve de vehículo para las vitaminas liposolubles (Greenfield y Southgate, 2006).

#### 2.3.1.3.1. *Ácidos grasos*

Los ácidos grasos más comunes son el esteárico (18-25%) y el palmítico (20-30%). Se ha determinado que el ácido esteárico tiene un efecto neutral respecto a los niveles de colesterol debido a que es metabolizado rápidamente a ácido oleico que es un ácido graso mono-insaturado por lo cual presenta un bajo nivel de absorción intestinal y no modifica negativamente los lípidos plasmáticos. La edad del animal afecta la composición y cantidad de los ácidos grasos. También el estado fisiológico influye en el estado de su grasa, por ejemplo, entre más gordo sea un animal más insaturada es su grasa (Carvajal, 2001).

#### 2.3.1.3.2. *El colesterol*

Es un tipo de grasa presente en todos los productos de origen animal, sin excepción, el colesterol es un componente estructural de las membranas celulares, precursor de esteroides y de vitamina D. También es utilizado por el hígado en la formación de ácidos biliares, los cuales facilitan la digestión y la absorción de las grasas (Arias y col. 2016).

#### **2.3.1.4. Hidratos de carbono**

Los glúcidos son compuestos orgánicos, formados por carbono, hidrógeno y oxígeno, cumplen funciones energéticas importantes en el organismo. Los carbohidratos constituyen menos del 1% del peso de la carne, representados principalmente por el glucógeno.

##### **2.3.1.4.1. Glucógeno**

El glucógeno es un carbohidrato que se encuentra en el hígado y los músculos; se forma a partir de la glucosa y es utilizada como sustancia de reserva energética. El glucógeno muscular puede emplearse directamente para la obtención de energía; el glucógeno hepático solo pasa a glucosa al descender los carbohidratos en los músculos y la sangre. La presencia de poco glucógeno en el músculo de los animales es perjudicial para el proceso de maduración de la carne. El contenido promedio de glucógeno que tienen los animales de abasto es 0,05-1,8% de glucógeno muscular y 2,8-8,0% de glucógeno hepático (Apuparo y Sinchi, 2012).

#### **2.3.1.5. Vitaminas**

Las vitaminas son moléculas biológicamente activas por lo cual están presentes en pequeñas cantidades. La importancia nutricional de la carne como portadora de vitaminas se basa principalmente en los contenidos en vitaminas del complejo B (tiamina, riboflavina, niacina y ácido pantoténico) también contribuye de 1 a 2% de la ingesta de vitamina A. Las pérdidas vitamínicas relacionadas con la conservación de la carne por congelación apenas tienen importancia desde un punto de vista nutricional (Varela y col. 2001).

#### **2.3.1.6. Minerales**

La carne contiene todas las sustancias minerales necesarias para el organismo humano, entre las que destacan el hierro y el fósforo por su relevancia nutricional. Las especies animales no ofrecen diferencias significativas entre sí en cuanto al aporte de los nutrientes minerales, cabe resaltar la riqueza en fósforo en los animales vacunos. En relación con el aporte de hierro a la dieta, ningún alimento suministra tanto hierro biodisponible como las carnes rojas (Astiasarán y Martínez, 2003).

**Tabla 1.** Composición de la carne bovina por cada 100g.

<b>Compuesto</b>	<b>Cantidad</b>
Agua / %	62,02
Energía / Kcal.	234
Proteína / g	18,68
Grasa total / g	17,15
Carbohidratos / g	0,00
Cenizas / g	0,91
Calcio / mg	7
Fosforo / mg	177
Hierro / mg	1,91
Tiamina / mg	0,10
Riboflavina / mg	0,16
Niacina / mg	3,23
Ac. Grasos mono-insaturados / g	7,42
Ac. Grasos poli-insaturados / g	0,63
Ac. Grasos saturados / g	6,91
Colesterol / mg	66
Potasio / mg	306
Sodio / mg	58
Zinc / mg	3,75
Manganeso / mg	19
Vit. B6 / mg	0,39
Vit. B12 / mcg	2,95

**Fuente:** (INCAP, 2012)

#### **2.4. Procesos fisiológicos y bioquímicos post mortem**

Después del sacrificio de los animales, la porción muscular (constituida mayormente por fibras musculares, colágeno y grasa) sufre una serie de cambios que conducen a la transformación del músculo en carne. Estos cambios tienen una secuencia en el tiempo, iniciándose primeramente el período denominado

*rigor mortis* que se caracteriza por una contracción muscular mantenida (Horcada y Polvillo, 2010).

#### **2.4.1.1. Rigor mortis**

El inicio de esta fase depende de la especie animal, entre las 6 y 24 horas después del sacrificio de los animales y tiene una duración variable en cada especie (Horcada y Polvillo, 2010). Una vez sacrificado y desangrado un animal finaliza el flujo de oxígeno al músculo, siendo la poca cantidad remanente en estos tejidos rápidamente consumida. Bajo estas condiciones anaerobias el ciclo de Krebs se encuentra detenido. Esto obliga a las células a usar la vía glicolítica anaerobia para la obtención de ATP, generando con subproducto piruvato que posteriormente se transformara en ácido láctico (Chacón, 2014).

Para Sánchez (1999) citado por (Mariño y col. 2005) las concentraciones de ácido láctico en el músculo depende de las reservas de glucógeno, hasta que su producción se interrumpe, bien sea por agotamiento del glucógeno o por que el descenso del pH alcanzó los valores que inhiben las reacciones enzimáticas. Según Chacón (2014) a medida que se alcanza este punto, se presenta un descenso del pH muscular a consecuencia de la acumulación de ácido láctico, llegándose hasta valores aproximados de 6,5 o inclusive por debajo de los 5,8.

La contracción y relajación muscular requieren del ATP como fuente energética. Como consecuencia al agotarse el ATP producida por la glicólisis anaerobia el músculo se endurece notablemente, estado que se denomina rigor mortis (Chacón, 2014).

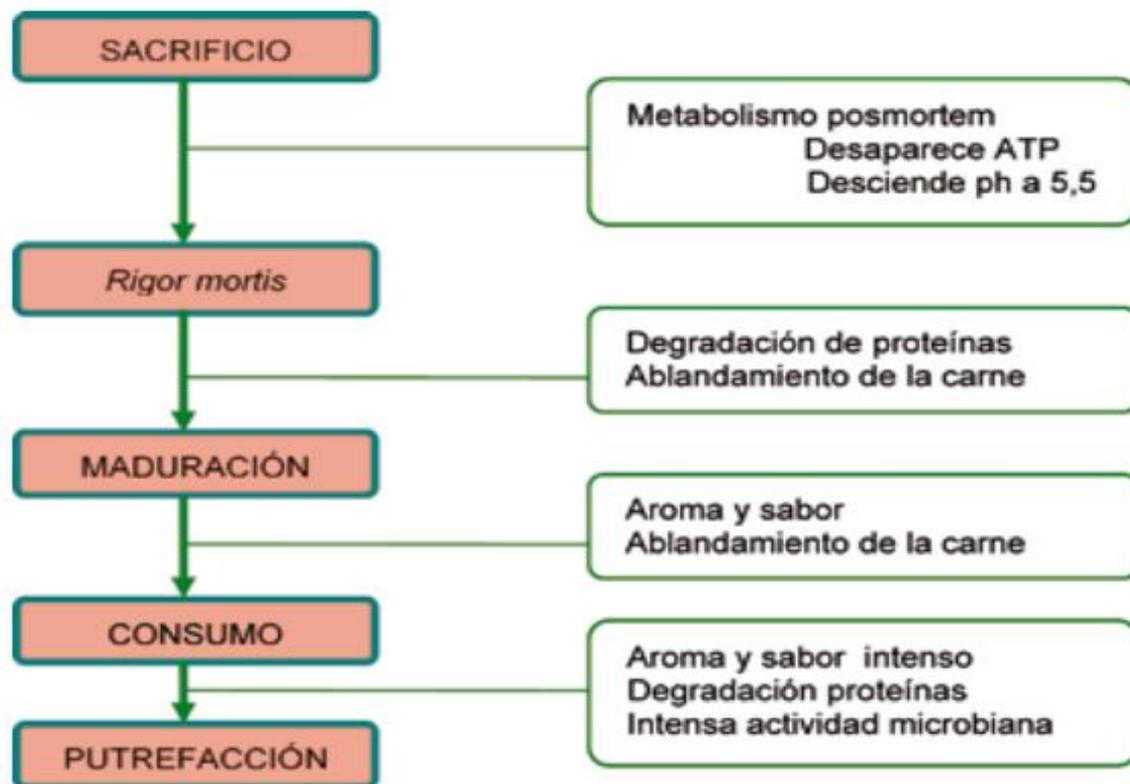
#### **2.4.1.2. Maduración**

En esta fase ocurren determinados procesos físico-químicos que hacen que la estructura muscular contraída se relaje y adquiera la textura propia de la carne, además de sus particulares característica organolépticas (Horcada y Polvillo, 2010).

Varios autores como Buts y col. (1987), Ouali (1992), Epley (1992), Taylor y col. (1995) citados por (Chacón, 2014), mencionan que el proceso en si es complejo, pero establecen que los cambios se deben a la acción de sistemas enzimáticos endógenos los cuales se encuentran relacionados con las rupturas de las

miofibrillas claves responsables de la estructura muscular. Para investigadores como Staton (1989), Takahaski (1992), Parrish (1999) citados por (Chacón, 2014) las proteínas miofibrilares a diferencia del tejido conectivo no se fragmentan significativamente y es difícil que cambien durante la maduración por lo cual una mejoría en la suavidad no es atribuible a cambios del colágeno o elastina.

La maduración surge en condiciones de almacenamiento al vacío y a temperaturas de refrigeración (4°C), la duración es variable en dependencia de la especie, edad, sexo, medidas adoptadas durante el sacrificio y de los métodos de conservación de las canales durante la refrigeración. En bovinos es necesario un lapso de aproximadamente 7 días para que se de todo este proceso (Horcada y Polvillo, 2010; Chacón, 2014; Montoya, 2014).



**Figura 1.** Esquema del proceso de transformación del músculo en carne (Adaptado de Roncalés, 2001). **Fuente:** (Horcada y Polvillo, 2010)

## 2.5. pH en la industria cárnica.

El pH es uno de los principales parámetros a considerar para verificar la calidad de la carne, porque afecta varias de sus cualidades (color, capacidad de retención de agua, etc.). Según Johnson (1994) citado por (Braña y col. 2011) el pH del músculo de animales vivos y sanos es de alrededor de 7,4 el cual disminuye tras la muerte del animal debido a la producción de ácido láctico proveniente de la degradación del glucógeno. Larenas (2016) menciona que el ácido láctico en el músculo tiene el efecto de retardar el desarrollo de bacterias que contaminan la canal durante el proceso de faenamiento. Estas bacterias deterioran la carne durante su almacenamiento, especialmente en ambientes cálidos y la carne desarrolla olores desagradables, cambios de color y rancidez.

En base a lo antes mencionado es importante el manejo de los animales antes del sacrificio. Un animal que sufra mucho maltrato antes del sacrificio es muy probable que sea presa del estrés e hiperactividad, iniciando como consecuencia la producción de ácido láctico que posteriormente afectará la calidad de la carne (Chacón, 2014).

La medición del pH se realiza con un pH-metro adaptado a un electrodo de penetración, la localización anatómica recomendada en la canal es el músculo *longissimus dorsi* o en el semimembranoso. Su valor se expresa en una escala de 0 a 14 puntos, donde 7 se considera el valor de neutralidad, los valores por debajo de 7 se consideran ácidos en mayor grado conforme se acercan a 0. En el caso de valores por encima de 7 se considera valor básico en mayor grado cuando más se acerca el valor a 14 (Horcada y Polvillo, 2010).

El músculo *Longissimus dorsi* se ha elegido en la mayoría de los estudios de la ciencia de la carne. Autores como Page y col. (2001) y Guardia y col. (2012) mencionan que en este músculo se puede medir la terneza, pH, color y la resistencia al corte. El *Longissimus dorsi*, es el músculo mayor y más largo del cuerpo, se extiende desde el sacro e ilion hasta el cuello y llena el espacio existente entre las apófisis espinosas, medialmente, las apófisis transversas lumbares y los extremos dorsales de las costillas centralmente. Por tanto consta de porciones *capitis* y *atantis*, *cervicitis*, *thoracis* y *lumborum* (Sisson y Grossman, 1995).

Para realizar la medición del pH y del color de la canal bovina el músculo *Longissimus dorsi* en su porción torácica entre la 9°-10° costilla es la más recomendable (Herrera y col. 2012).

### **2.5.1. pH final**

La medida del valor del pH final (pH<sub>f</sub>) o pH último (pH<sub>u</sub>) se lo realiza a las 24 horas después del sacrificio de los animales en donde el pH se estabiliza, y es un parámetro que se emplea para determinar la calidad de la carne, de modo que valores fuera del rango normal se relacionan con anomalías en los fenómenos bioquímicos que ocurren dentro de la maduración de la carne y en consecuencia con alteraciones en las propiedades organolépticas de la misma como son el color, la jugosidad y la textura (Mariño y col. 2005; Loayza, 2011).

Moreno y col. (1999) y Amtmann y col. (2006) consideran que el pH normal de la carne bovina 24 horas post-mortem debe estar en un rango de 5,40 hasta 5,79 y los valores  $\geq 5,80$  son considerados elevados. La mayoría de los autores coinciden en que cuando la canal se comercializa en fresco su calidad se deteriora progresivamente con el aumento de pH por encima del considerado normal, puesto que este parámetro condiciona la actividad enzimática, el sabor, el color de la carne, la terneza y la carga microbiológica.

### **2.6. Color de la carne**

Dentro de las propiedades sensoriales de la carne se encuentra el color, para Kramer (1976) citado por (Loayza, 2011) menciona que el color se considera una de las características sensoriales más importantes en la apariencia de un alimento.

El color de la carne depende del contenido de pigmentos (fundamentalmente mioglobina), del estado químico de esta molécula, estado físico de las proteínas musculares y de la proporción de grasa de infiltración (Bianchi y col. 2006).

La mioglobina supone el 95% del total de los pigmentos, es la proteína responsable del color rojo, no circula en la sangre, pero se fija en las células del tejido y es púrpura en color, cuando se mezcla con oxígeno, se convierte en oximioglobina y produce un color brillante. El color restante proviene de la hemoglobina (USDA, 2007). El color de la carne es influenciado por la edad del

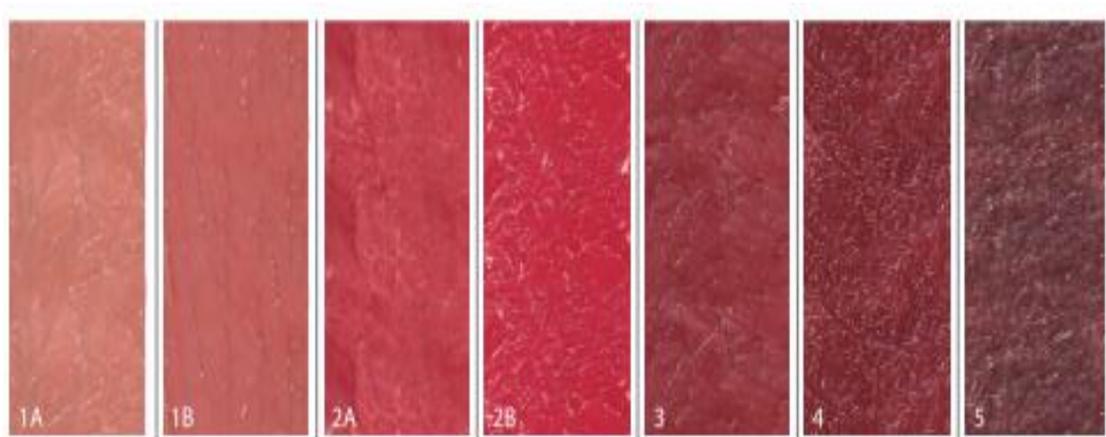
animal, la especie, el sexo, la raza, la dieta y aún el tipo de ejercicio que realiza el animal (Gil-Acevedo, 2015), según Muchenje y col. (2009) los músculos ejercitados siempre tendrán un color más oscuro. El color de la carne tiende a ser más oscuro conforme la edad del animal incrementa, debido a que los músculos de animales maduros contienen mayor cantidad de mioglobina (Rubio y col. 2013).

**Tabla 2.** Color de la carne según el estado de la mioglobina

Estado químico de la Mioglobina	Color adquirido
Mioglobina reducida (MB)	Rojo Púrpura
Mioglobina Oxigenada (Oximioglobina MBO <sub>2</sub> )	Rojo Brillante
Mioglobina Oxidada (Metamioglobina MetMB)	Marrón, Pardo

**Fuente:** (Rubio y col. 2013)

Según Beriain y col. (1997) citado por (Montoya, 2014) los consumidores desean carnes color rojo brillante, es decir cuando la mioglobina se encuentra oxigenada, mientras que, estando oxidada no es deseada, debido al color pardo oscuro que toma la carne. En la **figura 2** se muestra una escala de colores, en donde para Rubio y col. (2013) la carne de color tipo 1A, 1B, 2A, 2B son las más convenientes para la venta, pues se asocia a carne fresca, proveniente de animales jóvenes. Por lo contrario, la carne con color de categoría 3, 4 y 5 o mayor tiene una apariencia indeseable, que tiende a provocar el rechazo del consumidor. Esta carne es típica de animales mayores a 30 meses o de animales que hayan sufrido un estrés crónico previo al sacrificio.



**Figura 2.** Patrones visuales de la escala de color para lomo de res  
**Fuente:**(Rubio y col. 2013)

## **2.7. Factores que afectan la calidad de la carne**

Algunas características zootécnicas pueden tener efecto sobre el valor del pH de la canal, tanto las intrínsecas al animal como son: edad sexo, raza, peso y tipo de músculo; como las extrínsecas: alimentación, ejercicio, manejo, transporte, tiempo de reposo, estimulación eléctrica y velocidad de enfriamiento de la canal. Sin embargo para Barriada (1995) citado por Moreno y col. (1999), el factor cuya influencia resulta decisiva para alcanzar un pH óptimo es un manejo no estresante previo al sacrificio.

### **2.7.1. Edad**

La intensidad del color de la carne bovina aumenta con la edad debido a la mayor tasa de acumulación de mioglobina cuyo contenido crece rápidamente en los músculos hasta los 2 años de edad, a partir de este momento el aumento es menor. El pH es otro valor que se ve afectado por la edad, tanto Tuma y col. (1963), Sañudo y col. (1982) y Jaime (1988) citados por Peña y col. (1990) han encontrado pH superiores en animales jóvenes. En general, se puede decir que la velocidad de caída del pH aumenta con la edad y por consiguiente existe una tendencia a tener pH más bajos a mayores edades.



**Figura 3.** Comparación del color relacionado a la edad. Animal joven (arriba), Animal viejo (abajo). **Fuente:** (Rubio y col. 2013)

#### **2.7.1.1. Determinación de la edad en bovinos**

La edad es un dato esencial en la producción animal dada su relación con las funciones fisiológicas y productivas. La cronología dentaria es una herramienta sencilla y eficaz para clasificar a los animales por categorías y se basa en la evolución cronológica en que se producen los remplazos de los dientes incisivos (Ledic, 2011).

Los dientes pueden durar un cierto tiempo para después caer, dientes caducos, y dejar lugar a otros cuya duración puede coincidir con la vida del individuo; asimismo, hay dientes de duración permanente, es decir que no son reemplazados después que han nacido y se han desarrollado (Argentino, 1979).

EDAD	VISTA SUPERIOR O INTERNA de la dentadura de la mandíbula inferior	VISTA INFERIOR O EXTERNA de la dentadura de la mandíbula inferior	DESGASTE DE LOS DIENTES INCISIVOS DE LA MANDÍBULA INFERIOR
<b>1 año</b> (12 meses)			<b>Dientes de leche sin mudar</b> 8 incisivos Los dos centrales (1er par) nivelados por desgaste
<b>1½ a 2 años</b> (18 a 24 meses)			<b>2 incisivos definitivos</b> (palas o pinzas)
<b>2 a 2½ años</b> (24 a 30 meses)			<b>4 incisivos definitivos</b> (palas o pinzas)
<b>3 años</b> (36 meses)			<b>6 incisivos definitivos</b> (palas o pinzas)
<b>3½ a 4 años</b> (42 a 48 meses)			<b>8 incisivos definitivos</b> (palas o pinzas)
<b>Más de 4 años</b> (más de 48 meses)			<b>Dentadura desgastada</b> (desgaste de corona)

**Figura 4.** Cronología dentaria en bovino **Fuente:** (Ledic, 2011)

### 2.7.2. Sexo

Para Depetris (2000) la cantidad de pigmentos es mayor en las hembras que en los machos, mientras que Rubio y col. (2013) el color de la carne es más oscuro en machos, mientras que las hembras favorecen el tono rojo cereza brillante de la carne. Además, el sexo no sólo afecta el color si no también el pH, existiendo una caída de pH post-mortem más lenta en machos enteros que en hembras, en novillos dicha caída tiene una velocidad moderada.

### 2.7.3. Distancia de transporte

Las operaciones de traslado de los animales desde el predio a la planta faenadora constituyen un importante eslabón que puede influir sobre el bienestar animal y es considerado como una de las principales causas de estrés para los bovinos, ya que puede provocar repercusiones negativas en la calidad de la carne (Gallo y Tadich, 2008; Cafazzo y col. 2012; Romero y col. 2017). Los

efectos negativos causados por el transporte de los animales pueden ser medidos cuantitativa y cualitativamente por el rendimiento de la canal, pH y color de la carne (Gallo y Tadich, 2005).

Según Grandin (2000) el transporte de animales por lo general va acompañado de privación de agua y alimento esto nos indica muchas horas de ayuno, este por sí solo no tiene un efecto significativo en rumiantes, pero en combinación con largas horas de transporte tiene un efecto muy perjudicial sobre la calidad de la carne.

Autores como Jones y Tong (1989) y Brown y col. (1990) nos mencionan que la incidencia de carne con cortes oscuros aumentó a medida que la distancia entre la granja y la planta de sacrificio era mayor.

#### **2.7.4. Tiempo de reposo**

Se debe procurar que los reposos sean realmente un descanso para el animal y no un estrés adicional, pues este está expuesto a varias condiciones adversas a la vez, tales como a la falta de alimento o agua, peligro, hambre, mezcla de animales de diferentes procedencias, ambiente molesto, fatiga, calor, frío, luz, restricciones de espacio y otras, las cuales condicionan un estado de estrés en los animales que pueden tener efectos sobre la calidad de la carne (Gallo y Tadich, 2008).

De igual manera Gallo y Tadich (2008) indican que el dejar reposar a los animales entre 3 a 24 horas posterior al transporte con la finalidad de que las concentraciones de las variables sanguíneas recuperen sus valores normales, no es una buena medida, ya que la recuperación lograda es escasa y no se justifica si se toma en cuenta los efectos negativos sobre la canal. Por otro lado del Campo y col. (2010) nos mencionan que los animales deben tener un tiempo de reposo mínimo de 3 horas para que el descenso del pH en la canal sea normal. Amtmann y col. (2006) señalan que en tiempos de transporte  $\geq 16$  horas y tiempos de reposo  $\geq 24$  horas aumenta la probabilidad de presentar canales con pH  $\geq 5,8$  atribuyendo al aumento de estrés en el animal .

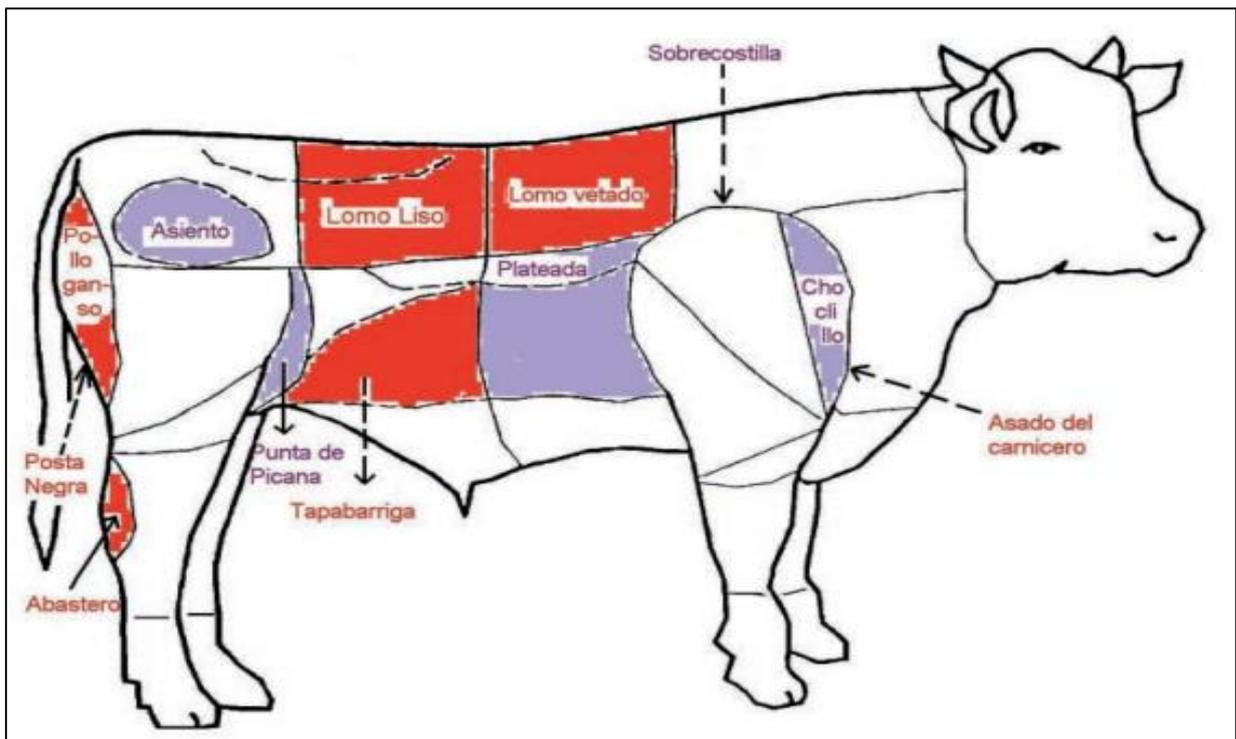
Sin embargo según la ley de mataderos que rige en el Ecuador desde 1966 los animales que ingresen a los mataderos o camales deberán ser faenados, luego

de cumplir el descanso mínimo de doce horas para el caso de bovinos (La H. Junta Militar de Gobierno, 1966).

## 2.8. Carnes de corte oscuro

Se define como carnes con corte oscuro a aquellas que al ser medido el pH luego de estar 24 horas en una cámara frigorífica presenta un pH último elevado ( $\geq 5,8$ ), además de mostrar un color rojo oscuro a café negro a la vista, sumado a esto una consistencia externa seca, dura y algo pegajosa (Apple y col. 2005).

El corte oscuro no afecta a todos los músculos (cortes) de la canal bovina por igual, la mayoría de los cortes afectados son del grupo de los llamados “cortes nobles”, de mayor valor comercial, siendo el músculo *Longissimus dorsi* (lomo liso y vetado) el más afectado y por eso es el mejor músculo para identificar la presencia de corte oscuro (Herrera y col. 2012). En la siguiente figura se muestran los músculos más afectados (rojo) y los de afectación moderada (lila).



**Figura 5.** Grado de afectación por corte oscuro de cada músculo. **Fuente:** (Herrera y col. 2012)

Para describir este desorden también se utiliza la terminología “dark firm-dry” (DFD) que significa oscuro-duro-seco (Hargreaves y col. 2004). Los cortes de carne oscura es uno de los problemas de calidad que se ve asociado a estrés crónico previo al sacrificio cuando el animal está sometido a situaciones de estrés, las reservas de glucógeno muscular disminuyen así como la formación de ácido láctico, consecuentemente el pH después de la muerte permanece alto ( $\geq 5,8$ ) en lugar de descender (Brown y col. 1990).

La carne DFD por sus características de ser oscura, dura y seca es rechazada por el consumidor al ser considerada como una carne no apetitosa y proveniente de un animal viejo, lo cual no es cierto ya que el causante de las características de esta carne es su alto valor de pH y gran proporción de agua en el músculo haciéndola más susceptible a la proliferación de microorganismos, la incidencia de carne DFD varía en diferentes países alrededor de un 10% causando importantes pérdidas económicas (Vargas y Gualán, 2017).

Estos cortes oscuros también tienen la característica de poseer una mayor susceptibilidad al ataque de microorganismos ya que la mayoría de las bacterias crecen con valores de 5,8 de pH final (Amerling, 2001; Vargas y Gualán, 2017), sin embargo el peligro de una alteración de origen bacteriológico es mayor cuando el pH final ha alcanzado un valor de 6,2-6,5 (Mariño y col. 2005).

Alonso y col.(2001) citado por (Vargas y Gualán, 2017) mencionan que se debe tomar en cuenta que los valores de pH bajo favorece para que las bacterias, levaduras y hongos no puedan afectar a la carne, lo que significa que cuando la carne tiene un pH elevado estará más expuesta a la acción microbiana.

Para Effenberger y col. (1972) citado por Mariño y col. (2005) las especies microbianas que aparecen en la superficie de la carne (Salmoneras, cocos, lactobacilos, colibacilos, clostridios, levaduras y mohos), son responsables de toxiinfecciones alimenticias y la alteración precoz de los alimentos.

## 3. MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. Materiales

#### 3.1.1. Materiales biológicos

- Bovinos
- Canales bovinas

#### 3.1.2. Materiales físicos

- Overol
- Guantes de inspección
- Mascarilla
- Casco
- Mandil
- pH-metro (APERA pH60s)
- stikers numerados
- Bisturí
- Linterna

#### 3.1.3. Materiales químicos

- Pintura spray
- Jabón líquido
- Desinfectante de manos
- Solución de calibración

### 3.2. Metodología

#### 3.2.1. Área de estudio

##### 3.2.1.1. *Ubicación política y geográfica*

El estudio se realizó en los meses de febrero y marzo del 2019 en la Empresa Pública Municipal de Servicios de Rastro y Plazas de Ganado (EMURPLAG EP), ubicada en el Cantón Cuenca en el sector de Patamarca cuyas coordenadas UTM son -2.864564, -78.980203, a una altitud de 2585 m.s.n.m.; La precipitación promedio anual es de 789 milímetros (mm) y temperaturas que oscilan entre 7 y 17°C.



**Figura 6.** Mapa satelital, ubicación geográfica de la Empresa Pública Municipal de Servicios de Rastro y Plazas de Ganado (EMURPLAG EP). **Fuente:** (Maps, 2019)

### 3.2.2. Determinación del universo

Según datos de la EMURPLAG en el 2018 en el camal municipal de Cuenca se faenan diariamente un promedio de 250 bovinos (“EMURPLAG,” 2018). Lo que nos da un promedio de 1250 animales semanales y un total de 8750 animales faenados en las 7 semanas que durará la parte práctica.

#### 3.2.2.1. Muestreo

Para el número muestral se aplicó la fórmula:

$$n = \frac{Z^2 * N * p * q}{e^2 (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Donde:

- n = tamaño de la muestra
- N= tamaño del universo = 8750
- p = probabilidad de éxito= 0,5
- q = probabilidad de fracaso= 0,5

- $z = \text{nivel de confianza} = 0.05$  (5%)
- $e = \text{error de estimación} = 0,05$  (5%)

$$n = \frac{1.96^2 * 8750 * 0.5 * 0.5}{0.05^2 * (8750 - 1) + 0.05^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = 384$$

### 3.2.2.2. *Variables en estudio*

Se evaluó la calidad de la canal y se tomó como indicador de esta el pH ( $\text{pH}^{45\text{m}}$ ,  $\text{pH}^{24\text{h}}$ ) como variables cuantitativas y el color como variable cualitativa y como variables influyentes a la edad, sexo, procedencia y tiempo de reposo.

Variables independientes:

- Edad
- Sexo
- Procedencia (km)
- Tiempo de reposo (horas)

Variables dependientes:

- $\text{pH}^{45\text{m}}$
- $\text{pH}^{24\text{h}}$
- Color

### 3.2.2.3. *Recopilación de información*

Para la toma de información de los animales se diseñaron dos hojas de campo, la primera para datos ante-mortem (**anexo 1**) que estuvo conformada por los enunciados: Código del animal, edad, sexo, procedencia y tiempo de reposo y la segunda hoja de campo para datos post-mortem (**anexo 2**) conformada por los enunciados: Código del animal, pH 45 minutos, pH 24 horas y color 24 horas (rojo brillante y rojo oscuro).

### Toma de datos ante-mortem

- La toma de estas variables se la realizó en la manga previo al ingreso al cajón de aturdimiento.
- Se colocó un número de identificación con spray a la altura del lomo y fue el que se utilizó como código del animal para llevar registro en las hojas de campo, fue independiente al código utilizado por los introductores y dueños de los animales.
- La edad fue determinada mediante cronología dentaria, guiándonos en la **figura 4** presentada por (Ledic, 2011). En el **anexo 4, 5, 6** se muestra las diferentes edades de los animales según cronología dentaria.
- El sexo se lo determinó por apreciación visual, mientras que los datos de procedencia se los obtuvo mediante diálogos con el propietario, conductor e introductor preguntándoles el origen de partida de los animales y calculada la distancia en kilómetros con la ayuda de google Maps.
- El tiempo de reposo se lo tomó en horas de la mañana y se identificó a los animales que hayan amanecido en los corrales y verificando la hora de ingreso del día anterior.

### Toma de datos post-mortem

- Posterior al noqueo y muerte del animal se realizó la segunda identificación a todos los animales anteriormente identificados, ya que a estas alturas del proceso se empezaba a quitar el cuero. Se utilizó un stickers de cartulina numerado, el cual se colocó con una liga en el miembro anterior a la altura del radio y cubito como se muestra en el **anexo 9**.
- La primera medición del pH a las canales se realizó 45 minutos post-mortem y después que se sacará el cuero del animal, el músculo elegido fue el *Longissimus dorsi* en su porción *thoracis* a la altura de la 10<sup>a</sup>-13<sup>a</sup> costilla, utilizamos un pH-metro marca APERA modelo PH560s Spear pH Tester. Ver **anexo 3**. La calibración de este equipo se efectuó mediante 2 tampones de pH 4,00 y 7,00 siguiendo las instrucciones del fabricante (Instruments, 2018).

- La segunda medición del pH y la determinación subjetiva del color se lo realizó 24 horas post-mortem. Para esto se realizó un corte en el músculo *Longissimus dorsi* porción *thoracis* como se muestra en el **Anexo 7**. Para determinar el color se utilizó la tabla de patrones de colores propuesta por (Rubio y col. 2013) en la **Figura 2** y se comparó con el músculo, vale recalcar que esta variable fue tomada por una sola persona en todo el estudio y se consideró de color rojo cereza brillante a carnes con los patrones de 1A, 1B, 2A, 2B y de color rojo oscuro a canales con los patrones 3, 4 y 5. Ver **anexo 10 y 11**.
- Estas dos maniobras se la realizaron en la cámara frigorífica a una temperatura de 6-8°C, cabe recalcar que no todas las canales identificadas el día anterior quedaban en la cámara frigorífica.

#### **3.2.2.4. Procesamiento de datos y pruebas estadísticas**

La sistematización de datos se la realizó en el programa Microsoft Excel, en tablas de datos las columnas conformadas por: código del animal. Edad, sexo, precedencia, tiempo de reposo, pH y color del músculo.

Los datos se procesaron en el programa estadístico InfoStat versión 2018. A las variables cuantitativas se les aplicó un análisis de varianza lineal con interacciones dobles de efectos fijos. Las medias se compararon con las pruebas de Tukey y Bonferroni.

El modelo de ANOVA utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ijkl} = S_i + E_j + P_k + T_l + (E \times S)_{ij} + (S \times T)_{il} + (E \times T)_{jp} + (P \times T)_{kl} + \beta(X \text{ pH}^{45m}) + e_{ijkl}.$$

$Y_{ijkl}$  = Variables dependientes (pH<sup>45m</sup> y pH<sup>24h</sup>).

$S_i$  = Efecto de la *i*-ésimo sexo (*i*=1,2).

$E_j$  = Efecto de la *j*-ésima edad (*j*=1,2,3).

$P_k$  = Efecto de la *k*-ésima procedencia (*k*=1,2,3).



**TI**= Efecto del I-ésimo tiempo de reposo (I=1,2,3).

**$\beta(X \text{ pH}^{45m})$** = Efecto del  $\text{pH}^{45m}$  como covariable

**Eijkl**= Efecto del error experimental  $N(O, Ee^2)$  con media O y varianza aleatoria.

Los valores porcentuales se analizaron con la prueba de Chi-cuadrado. En todos los casos los valores de P menores a 0,05 se consideraron significativos.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

**Tabla 3.** Estadística básica.

Variable	N	Media	D.E.	E.E.	CV	Mín	Máx	Mediana	Q1	Q3
pH inicial	662	6,83	0,17	0,01	2,42	6,01	7,3	6,85	6,74	6,94
pH final	662	5,86	0,27	0,01	4,65	5,02	7,06	5,84	5,66	6,02

En nuestros resultados obtuvimos una media del pH final de 5,86 como se observa en la **tabla 3**, los datos de Osoro y col. (1995) y Barriada (1995) citado por (Moreno y col. 1999), establecen que una carne de calidad debe presentar un pH inferior a 5,80 lo cual nos invita a reflexionar sobre nuestros datos.

Valero y col. (2012) mencionan que el pH elevado es consecuencia de un agotamiento ante mortem de las reservas de glucógeno muscular producido principalmente por las agresiones físicas, psíquicas o nutricionales.

**Tabla 4.** Porcentaje de canales con respecto al pH final.

pH final	Número Animales	Porcentaje
<5,79	278	41,9%
>5,79	356	58,1%

Si adoptamos el criterio de (Martin y col. 1971) de que un pH de la canal superior a 5,80 es un claro indicador de que dicha canal procede de un animal estresado, nuestros resultados nos indican que el 58,1% de las canales estudiadas proceden de animales en los que las condiciones habituales de manejo no han sido las adecuadas hecho que se podría explicar por las características de la cadena de comercialización (productor- negociante- feria- introductor).

**Tabla 5.** Análisis de Varianza para pH inicial. ANOVA al 5%.

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Edad	0,11	2	0,05	2,02	0,1341
Sexo	0,04	1	0,04	1,53	0,2168
Procedencia	0,03	2	0,01	0,51	0,5996
Tiempo reposo	0,13	1	0,13	4,78	0,0291
Error	17,80	655	0,03		
Total	18,11	661			

**Tabla 6.** Comparación entre las medias de la categoría tiempo de reposo sobre el pH inicial. Prueba de Tukey al 5%.

Tiempo reposo	Medias	N	E.E.	
0-7 Horas	6,85	423	0,01	A
8-24 Horas	6,81	239	0,01	B

Los resultados obtenidos del ANOVA para el estudio de la relación de las diferentes variables sobre el pH inicial nos muestra que no existe diferencia significativa de sexo, edad, procedencia sobre pH inicial, pero si existe diferencia significativa en el tiempo de reposo sobre el pH inicial con un valor de  $P < 0,05$ ; además podemos decir que los animales con tiempo de reposo de 0 a 7 horas difieren significativamente de los animales que reposaron de 8 a 24 horas ante-mortem con un promedio de pH inicial de 6,85 y 6,81 respectivamente como se observa en la **tabla 5 y 6**.

**Tabla 7.** Análisis de Varianza para pH final. ANOVA al 5%.

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Edad	0,01	2	4,4	0,06	0,9394
Sexo	0,31	1	0,31	4,47	0,0348
Procedencia	0,48	2	0,24	3,39	0,0343
Tiempo reposo	0,06	1	0,06	0,8	0,3702
pH inicial	2,07	1	2,07	29,52	< 0,0001
Edad*Procedencia	0,68	4	0,17	2,43	0,0467
Sexo*Edad	0,01	2	0,01	0,08	0,9224
Sexo *Tiempo reposo	0,02	1	0,02	0,25	0,6151
Edad*Tiempo reposo	0,09	2	0,04	0,63	0,5337
Tiempo reposo*Procedencia	0,19	1	0,19	2,69	0,1014
Error	45,09	642			
Total	49,09	661			

**Tabla 8.** Comparación entre las medias de la categoría sexo sobre el pH final. Prueba de Tukey al 5%.

Sexo	Medias	n	E.E.	
Macho	5,81	280	0,03	A
Hembra	5,86	382	0,01	B

Al analizar el pH final se observa que existió diferencia significativa entre el sexo y el pH final con un valor de  $p < 0,05$  ( $p = 0,0348$ ), y a la vez una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las categorías de sexo dándonos como resultado un promedio de pH final mayor en hembras (5,86) que en los machos (5,81). Ver **tabla 7 y 8**. Esto contrasta con estudios realizados por (Page y col. 2001) en donde no encontraron diferencia significativa en los valores de pH entre novillos y novillas. Sin embargo, es corroborado por los hallazgos de (Wulf y col.1997), quienes informaron que las canales de novillos tenían un pH muscular más bajo que las canales de novillas. En otro estudio realizado por Warren y col. (2010) en Canadá encontraron que las novillas tenían una probabilidad de 4,17 veces mayor de producir una canal de corte oscuro que los novillos cuando eran transportados desde un corral de venta y no permanecieron la noche en los corrales de la planta faenadora.

Autores como Fleming y col. (1981), Voisinet y col.(1997) citados por (Loredo y col. 2019)mencionan que el lento descenso del pH y presentación de corte oscuro en hembras está asociado a su temperamento más excitable y que este efecto sería más dramático en hembras nulíparas.

**Tabla 9.** Comparación entre las medias de la categoría procedencia sobre el pH final. Prueba de Tukey al 5%.

Procedencia	Medias	N	E.E.		
Feria Patamarca	5,79	136	0,03	A	
0-30 Km	5,82	199	0,02	A	B
31-246 Km	5,88	327	0,02		B

La procedencia medida en kilómetros no mostró diferencia significativa no obstante se observó que los animales que ingresaban luego de permanecer en la feria de Patamarca que se encuentra a escasos metros de la planta faenadora presentaron una canal con un mejor pH final en comparación con animales con distancias de procedencia de 0-30 km y 31-246 km que presentaron una canal con un pH final de 5,82 y 5,88 respectivamente. Ver **tabla 9**. Estos resultados son contradictorios a los encontrados por (Warren y col. 2010; Loredo y col. 2019) en donde afirman que la frecuencia de cortes oscuros es mayor en los animales que provienen de los mercados o de subastas, ya que hay un mayor número de factores de estrés (manipulación excesiva, restricción de alimentos y mezcla con otros animales), en comparación con los que provienen directamente de la granja. En el presente estudio, no hay un argumento claro que pueda explicar el comportamiento entre las variables mencionadas, por lo cual se sugiere realizar un estudio más minucioso incluyendo variables como tiempo de ayuno, condición corporal, densidad de carga y otros, que pueden afectar al descenso normal del pH final de la canal bovina.

**Tabla 10.** Interacciones dobles sobre el pH final. Prueba de Tukey al 5%.

Edad	Procedencia	Medias	n	E.E.		
>48 meses	F. Patamarca	5,68	16	0,08	A	
>48 meses	0-30 Km	5,78	61	0,05	A	B
0-24 meses	F. Patamarca	5,80	66	0,03	A	B
25-48 meses	0-30 Km	5,82	71	0,03	A	B
25-48 meses	31-246 Km	5,86	144	0,02		B
0-24 meses	0-30 Km	5,86	67	0,03		B
0-24 meses	31-246 Km	5,87	92	0,03		B
25-48 meses	F. Patamarca	5,88	54	0,04		B
>48 meses	31-246 Km	5,89	91	0,06		B

También se pudo evidenciar una interacción estadísticamente significativa ( $p=0,046$ ) entre la edad y la procedencia de los animales sobre el pH final de las canales, por lo cual decimos que dentro de los animales procedentes de la feria de Patamarca con edades mayores a 48 meses presentan el mejor pH final (5,68) con relación a las otras categorías de edad con la misma procedencia. Ver **tabla 7 y 10**

Para (Schrama y col. (1994) la edad es un factor biológico que influye en los parámetros tecnológicos y fisicoquímicos, uno de los cuales es el pH final, presentando los animales de menor edad valores de pH más elevados, esto debido a que los requerimientos energéticos de los animales jóvenes son superiores y tardan más tiempo en adaptarse al medio. Por otro lado, esto se podría explicar puesto que los animales de esta edad eran por lo general vacas destinadas a la producción de leche por lo que estaban acostumbradas al contacto permanente con personas.

En nuestra investigación el tiempo de reposo no afectó el pH final de las canales bovinas, estos resultados son corroborados por (Godina y col. 2016) quienes estudiaron dos tiempos de reposo; 1 hora y 24 horas, llegando a la conclusión de que un periodo de descanso en corrales de espera de hasta 24 horas no afecta en los valores de pH.

Por otro lado, del Campo y col. (2010) encontraron resultados completamente diferentes en donde los animales que tuvieron 3 horas de reposo en corrales muestran valores más elevados de  $pH^{24}$  (5,83) que aquellos que reposan hasta 15 horas (5,67), estos autores afirman que un tiempo adecuado de reposo afecta

en una mejora del pH final, vale recalcar que en dicho estudio todos los animales pertenecían al mismo lote y el reposo lo hicieron sueltos. Lo que contrasta con las condiciones en las que permanecen los animales en nuestro estudio, puesto que todos los animales, así tengan un adecuado tiempo de reposo las condiciones no son las adecuadas puesto que permaneces amarrados junto con animales de otros lotes, hecho que causa un impacto negativo como lo mencionan Kenny y col. (1987) citada por (Gallo y Tadich, 2008). De igual manera (Warren y col. 2010) mencionan que al juntar hembras y machos el porcentaje de cortes oscuro incremento de 1,4% a 3,1% en comparación si se transportara solo machos. De manera similar, los camiones que transportaban novillos y novillas (cargas mixtas) tuvieron la media más alta para el porcentaje de cortadores oscuros (3,1%) en una carga, seguidos de los camiones que transportaban solo novillas (2,0%); el porcentaje medio de cortes oscuros fue más bajo cuando los novillos se transportaron solos (1,4%). Todo esto sería debido al pronto agotamiento del glucógeno muscular por el estrés causado por dichas prácticas.

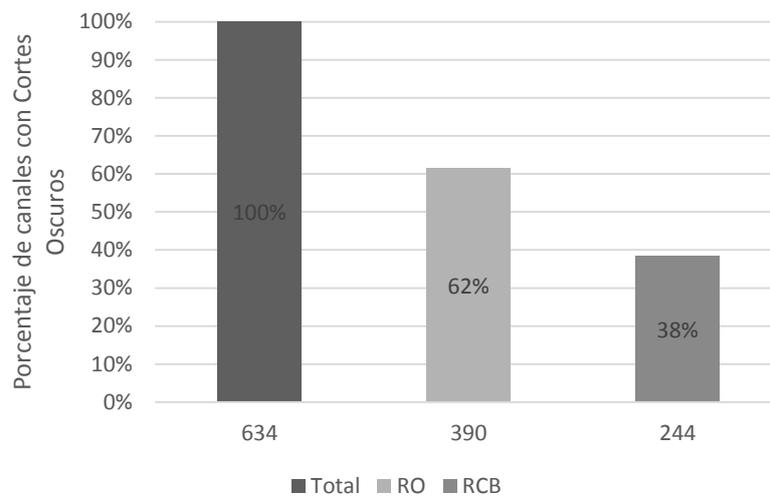
**Tabla 11.** Medidas del pH final en las diferentes categorías de color. Prueba de Bonferroni al 5%.

Color	Medias	N	E.E.	
Rojo cereza Brillante	5,76	245	0,02	A
Rojo oscuro	5,91	389	0,01	B

En cuanto a la relación entre el pH y la presentación de cortes oscuros se puede observar en la **tabla 11** que fue estadísticamente significativo existiendo una diferencia entre las medias de la categoría color, dándonos una media del pH final de 5,76 para las canales con cortes rojo cereza brillante y 5,91 para canales con cortes oscuros.

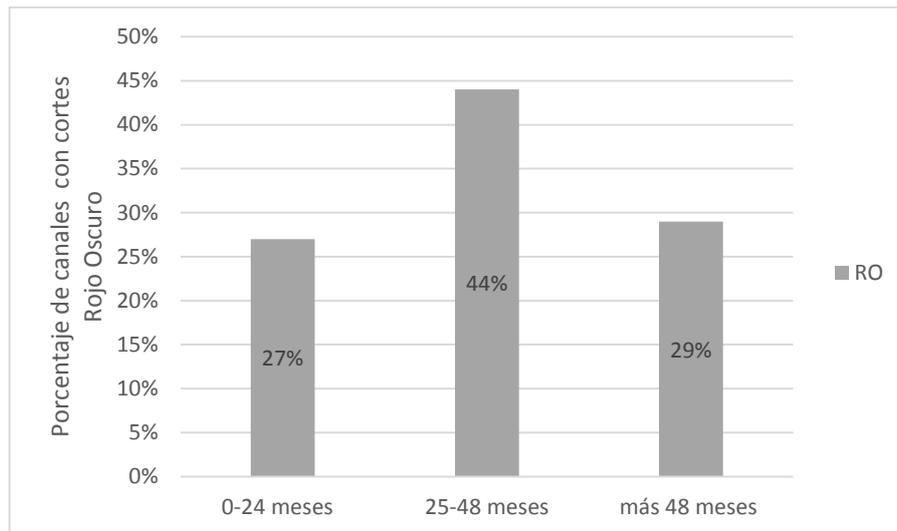
Estos datos son corroborados por estudios realizados en varios países Page y col. (2001) en un estudio titulado A survey of beef muscle color and pH clasificaron como canales con cortes oscuros a las que presentaron pH igual o

superior a 5,8 también Gallo (2003) menciona que el color y el pH final de la canal están muy ligados y manifiesta que los valores de pH iguales o mayores a 5,8 son más susceptibles a presentar canales con cortes oscuros. De la misma manera en otro estudio hecho por Torrescano y col. (2010) no se encontró cortes oscuros en canales con pH final comprendido entre 5,4 y 5,8 pero si en canales cuyo pH final era superior a este.



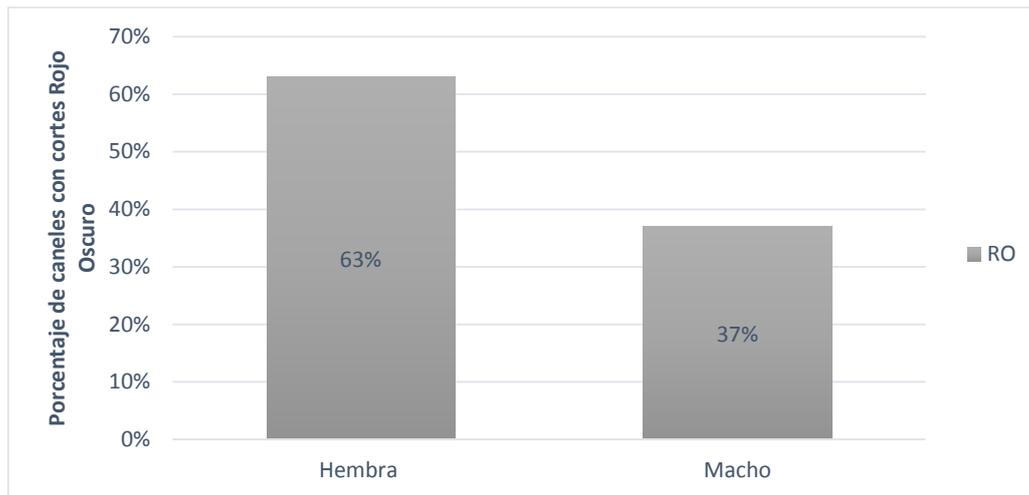
**Figura 7.** Porcentaje de canales bovinas con presencia de cortes oscuros.

Como se muestra en la figura anterior, del total de canales analizadas 634 el 62% (390) presentó al corte del músculo *Longissimus dorsi* una coloración rojo oscuro, mientras que el 38% (244) presentó una coloración rojo cereza brillante. Se ha encontrado que este porcentaje varía mucho, como en el caso en México en donde ha fluctuado en los últimos años, en porcentajes de canales afectadas con cortes oscuros que van desde 8,1 a 47,6% (Loredo y col. 2019).



**Figura 8.** Porcentaje de canales con corte oscuro en relación a la edad. Prueba de Chi Cuadrado 5%.

En la **Figura 8** se observa que del total de canales que presentaron cortes oscuros el mayor porcentaje (44%) se presentó en animales de las edades comprendidas entre 25 y 48 meses. Rubio y col. (2013) en un estudio realizado en México en donde describe la cadena de producción de carne fresca encontraron que animales con edades entre 18-26 meses presentan carne de color más oscuro. Horcada y Polvillo (2010) nos mencionan que la carne procedente de animales de mayor edad presenta una coloración más intensa además de un mayor grado de dureza, si bien en nuestro estudio los animales mayores a 48 meses presentaron en menor porcentaje la aparición de corte oscuro esto se debería a su mayor tolerancia al estrés y por ende su pH descendería hasta niveles más cercanos a 5.



**Figura 9.** Porcentaje de canales con corte oscuro en relación al sexo. Prueba de Chi Cuadrado 5%.

Nuestros resultados también nos muestran que existe relación entre el sexo y la presentación de cortes oscuros, presentándose un 63% en hembras y un 47% en machos. Ver **Figura 9**. En un estudio realizado por (Zea y col. 2007) en donde compararon la influencia de la raza, sexo y alimentación sobre la calidad de la carne vacuna no encontraron diferencia significativa en el color de la carne con respecto al sexo por lo que mencionan que las diferencias fueron muy pequeñas y afectarían poco al color percibido. Si bien algunos autores no encuentran diferencias del color de la canal con respecto al sexo, autores como Rubio y col. (2013), mencionan que los machos presentan un color más oscuro de la canal, lo que contrasta con los datos obtenidos en nuestra investigación ya que se encontró un color más oscuro en hembras que en machos.

En nuestro estudio el mayor porcentaje de canales estudiadas correspondió a hembras mayores a 48 meses por lo cual correspondería a vacas de descarte de explotaciones lecheras, Rubio y col. (2013) menciona que la carne de razas lecheras son más oscuras que la carne de las razas especializadas en producción cárnica.

Con la prueba de Chi Cuadrado de Pearson no existe relación entre el tiempo de reposo en corrales y el color de la canal, con un  $p > 0,05$  ( $p = 0,3489$ ). Sin embargo Loredo y col. (2019) en un estudio realizado en una planta faenadora

de México encontraron que tiempos de reposo de 7 horas presenta un riesgo del 0,12 % de presentar cortes oscuros mientras que a las 14,9 horas el riesgo asociado era del 7,21% y este riesgo incrementaba 5,3% por cada hora adicional que permanecían en los corrales. De igual manera se menciona que un tiempo de reposo de 3 horas es suficiente y que tiempos mayores serian contraproducentes (Amtmann y col. 2006; Gallo y Tadich, 2008).

Con la misma prueba no existió relación entre la distancia de procedencia y el color de la canal, con un  $p= 0,1082$ .

## 5. CONCLUSIONES

- Según los resultados obtenidos en el presente estudio realizado en la Empresa Pública Municipal de Servicios de Rastro y Plazas de Ganado (EMURPLAG EP), se determinó que el pH final fue afectado por el sexo del animal, procedencia y la interacción entre edad y procedencia.
- El pH final tiene un efecto directo sobre el color de las canales medidas a las 24 horas, comprobado que a valores de pH final mayor a 5,79 incrementó la aparición de canales con cortes oscuros.
- En cuanto a la aparición de cortes oscuros del musculo *Longissimus dorsi* a las 24 horas, se evidenció que se presentó más en hembras que en machos, y en animales con edades comprendidas entre los 25 a 48 meses.

## 6. RECOMENDACIONES

- Se insiste en la necesidad de un mayor control en el manejo previo al sacrificio de los animales, referente a la procedencia y el tiempo de reposo de estos.
- En cuanto al manejo ante-mortem, se debería tomar en cuenta a la categoría de animales jóvenes que ingresan ya que estos son más susceptibles a presentar canales con pH altos y cortes oscuros.
- Decimos que se debe tener un mejor control de la calidad de las canales ya que de esto va a depender que la población disponga de una carne de excelente calidad y más tiempo en percha.
- Se recomienda realizar otros estudios con variables que no se tomaron en cuenta en este estudio para comprender más detalladamente el comportamiento de otros factores que influyan sobre el estrés y la calidad de las canales bovinas faenadas en la ciudad de Cuenca.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Acebo, M., Castillo, M., & Quijano, J. (2016). Estudios industriales orientación estratégica para la toma de decisiones ganadería de carne, 35. Recuperado el 12 de marzo del 2019: <https://fides.ec/wp-content/uploads/2016/05/ESPAE-Estudios-Industriales-Ganadería-de-Carne.pdf>
- Amerling, C. (2001). Conservación y procesamiento de la carne. In *Tecnología de la carne*. Recuperado el 12 de marzo del 2019: [https://www.academia.edu/8736049/METODOS\\_DE\\_CONSERVACION\\_DE\\_LA\\_CARNE\\_y\\_productos](https://www.academia.edu/8736049/METODOS_DE_CONSERVACION_DE_LA_CARNE_y_productos)
- Amtmann, V. A., Gallo, C., Van Schaik, G., & Tadich, N. (2006). Relaciones entre el manejo antemortem, variables sanguíneas indicadoras de estrés y pH de la canal en novillos. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 38(3), 259–264. Recuperado el 11 de marzo del 2019: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/amv/v38n3/art10.pdf>
- Apple, J. K., Kegley, E. B., Maxwell, C. V., Rakes, L. K., Galloway, D., & Wistuba, T. J. (2005). Effects of dietary magnesium and short-duration transportation on stress response, postmortem muscle metabolism, and meat quality of finishing swine<sup>1</sup>. *Journal of Animal Science*, 83(7), 1633–1645. Recuperado el 10 de marzo del 2019: <https://doi.org/10.2527/2005.8371633x>
- Apuparo, E., & Sinchi, F. (2012). *Determinación de macronutrientes en la carne de bovino*. Universidad de Cuenca. Recuperado el 11 de marzo del 2019: <http://dSPACE.ucuenca.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/2481/1/tq1124.pdf>
- Argentino, A. C. H. (1979). Dentadura de los bovinos; Cronometría dentaria referida a la raza Holando. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 1–12. Recuperado el 15 de marzo del 2019: [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/denticion\\_y\\_protosis/14-dentadura\\_holando.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/denticion_y_protosis/14-dentadura_holando.pdf)
- Arias, R., Keim, J. P., Velásquez, A., & Vargas-Bello-Pérez, E. (2016). ¿Son Los Ácidos Grasos De La Carne Y La Leche Bovina Nocivos Para La Salud De Las Personas? *Revista Chilena de Nutrición*, 43(4), 13–13. Recuperado el 12 de marzo del 2019: <https://doi.org/10.4067/s0717-75182016000400013>
- Astiasarán, I., & Martínez, J. A. (2003). *Composición y Propiedades de los alimentos*. Recuperado el 11 de marzo del 2019: <http://datelobueno.com/wp-content/uploads/2014/05/Alimentos-Composición-y-Propiedades.pdf>
- Bianchi, G., Garibotto, G., Nan, F., Ballesteros, F., Michelon, R., & Feed, O. (2006). Efecto de distintos músculos sobre la calidad instrumental de la carne de corderos pesados *Materiales y Métodos*, 26, 225–230. Recuperado el 12 de marzo del 2019: <http://ppct.caicyt.gov.ar/index.php/rapa/article/view/4299>
- Braña, D., Ramírez, E., Rubio, M., Sánchez, A., Torrescano, G., Arenas, M., ... Ríos, F. (2011). Manual de Análisis de Calidad en Muestras de Carne. In *Sagarpa* (p. 90). Queretaro.

- Brown, S. N., Bevis, E. A., & Warriss, P. D. (1990). An estimate of the incidence of dark cutting beef in the United Kingdom. *Meat Science*, 27(3), 249–258. Recuperado el 12 de abril del 2019: [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(90\)90054-A](https://doi.org/10.1016/0309-1740(90)90054-A)
- Cafazzo, S., Magnani, D., Cala, P., Razzuoli, E., Gerardi, G., Bernardini, D., ... Nani, L. (2012). Effect of short road journeys on behaviour and some blood variables related to welfare in young bulls. *Applied Animal Behaviour Science*, 139(1), 26–34. Recuperado el 12 de marzo del 2019: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168159112000925>
- Carvajal, G. (2001). Valor Nutricional de la Carne de Res, Cerdo y Pollo. *Cooperación de Fomento Ganadero*. Recuperado el 15 de marzo del 2019: <http://www.corfoga.org/images/public/documentos/pd>.
- Castillo, M. (2015). Análisis de la productividad y Competitividad de la ganadería de Carne en el Litoral Ecuatoriano. *Centro Latinoamericano Para El Desarrollo Rural*, 71. Recuperado el 17 de abril del 2019: [http://www.rimisp.org/wp-content/files\\_mf/1437665697GanaderiaCarne\\_DocResultados\\_Final\\_editado.pdf](http://www.rimisp.org/wp-content/files_mf/1437665697GanaderiaCarne_DocResultados_Final_editado.pdf)
- Chacón, A. (2014). La suavidad de la carne: implicaciones físicas y bioquímicas asociadas al manejo y proceso agroindustrial. *Agronomía Mesoamericana*, 15(2), 225. <https://doi.org/10.15517/am.v15i2.11918>
- del Campo, M., Brito, G., Soares de Lima, J., Hernández, P., & Montossi, F. (2010). Finishing diet, temperament and lairage time effects on carcass and meat quality traits in steers. *Meat Science*, 86(4), 908–914. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.07.014>
- Depetris, J. (2000). Calidad de la carne vacuna. *Marca Líquida*, (may), 17–21. Recuperado el 21 de marzo del 2019: [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/carne\\_y\\_subproductos/12-calidad\\_de\\_la\\_carne\\_vacuna.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/carne_y_subproductos/12-calidad_de_la_carne_vacuna.pdf)
- EMURPLAG. (2018). Recuperado el 22 de noviembre del 2018: <http://www.emurplag.gob.ec/content/faenamieto-de-bovinos>
- FAO. (2018). Perspectivas alimentarias. Recuperado el 24 de marzo del 2019: <http://www.fao.org/3/CA0910ES/ca0910es.pdf>
- Gallo C.; Tadich N. (2005). Transporte terrestre de bovinos: Efectos sobre el bienestar animal y la calidad de la carne. *Agro-Ciencia*, 21(January), 37–49. Recuperado el 21 de marzo del 2019: [https://www.academia.edu/5241963/TRANSPORTE\\_TERRESTRE\\_DE\\_BOVINOS\\_EFECTOS\\_SOBRE\\_EL\\_BIENESTAR\\_ANIMAL\\_Y\\_LA\\_CALIDAD\\_DE](https://www.academia.edu/5241963/TRANSPORTE_TERRESTRE_DE_BOVINOS_EFECTOS_SOBRE_EL_BIENESTAR_ANIMAL_Y_LA_CALIDAD_DE)
- Gallo, C. (2003). Carnes de corte oscuro en bovinos. *Americarne y FIFRA*, 2–3. Recuperado el 18 de noviembre del 2018: [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/carne\\_y\\_subproductos/50-carnes\\_de\\_corte\\_oscuro.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/carne_y_subproductos/50-carnes_de_corte_oscuro.pdf)

- Gallo, C., & Tadich, N. (2008). Bienestar animal y calidad de carne durante los manejos previos al faenamiento en bovinos. *Revista Electrónica de Veterinaria*, IX. Recuperado el 19 de marzo del 2019: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63617111001>
- Gil-Acevedo, J. (2015, July 8). ¿Por qué la carne de res es roja? No, no es por la sangre. Recuperado el 21 de marzo del 2019: <https://cnnespanol.cnn.com/2015/07/08/por-que-la-carne-de-res-es-roja-no-no-es-por-la-sangre/>
- Godina, A., Cervantes, J., Zúñiga, M., Bustamante, J., Sánchez, Barreras, A., ... Figueroa, F. (2016). Efecto del tiempo de reposo ante mortem sobre el ph y color en carne de ganado bovino. Recuperado el 21 de marzo del 2019: <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/efecto-tiempo-reposo-ante-t39913.htm>
- Grandin, T. (2000). Handling and welfare of livestock in slaughter plants. In *Livestock Handling and Transport* (2nd editio, pp. 409–439). Wallingford: CAB International. Recuperado el 24 de marzo del 2019: [https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=UkTkMXsifOgC&oi=fnd&pg=PA409&dq=GRANDIN+T.,+2000.+Livestock+handling+and+transport&ots=ArCdNttl\\_-&sig=luV52ydByg\\_M3gN9bq7SsvNwypU#v=onepage&q=GRANDIN+T.%2C+2000.+Livestock+handling+and+transport&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=UkTkMXsifOgC&oi=fnd&pg=PA409&dq=GRANDIN+T.,+2000.+Livestock+handling+and+transport&ots=ArCdNttl_-&sig=luV52ydByg_M3gN9bq7SsvNwypU#v=onepage&q=GRANDIN+T.%2C+2000.+Livestock+handling+and+transport&f=false)
- Greenfield, H., & Southgate, D. (2006). *Datos de composición de alimentos*. FAO. Recuperado el 21 de noviembre del 2018: <https://doi.org/10.1093/ndt/gfs214>
- Guardia, V., Robaina, R., & Pigurina, G. (2004). Productos comerciales de la faena y desosado del ganado, (2004), 1–11. Recuperado el 2 de abril del 2019: [https://www.inac.uy/innovaportal/file/2616/1/productos\\_comerciales.pdf](https://www.inac.uy/innovaportal/file/2616/1/productos_comerciales.pdf)
- Hargreaves, A., Barrales, L., Peña, I., Larraín, R., & Zamorano, L. (2004). Factores que influyen en el ph último e incidencia de cortes oscuros en canales bovinas. *Ciencia e Investigacion Agraria*, 31, 155–166. Recuperado el 12 de abril del 2019: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2192924>
- Herrera, C., Gallo, C., Abarzúa, D., Lanuza, F., & Vilarroel, D. (2012). *Calidad de Carne Bovina. Manejos que ayudan a controlar el pH de la canal*. Recuperado el 18 de marzo del 2019: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR38785.pdf>
- Horcada, A., & Polvillo, O. (2010). Conceptos basicos de la carne. In *La produccion de la carne en Andalucia* (pp. 113–139). Recuperado el 24 de marzo del 2019: [https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/40940/horconcep113a140.pdf?sequence=1&fbclid=IwAR012y\\_BYqaAPcvGZeGGK7Y5QINLA\\_x0DLU4kIGZ4JrA-EU\\_Ec1hbmSqliQ](https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/40940/horconcep113a140.pdf?sequence=1&fbclid=IwAR012y_BYqaAPcvGZeGGK7Y5QINLA_x0DLU4kIGZ4JrA-EU_Ec1hbmSqliQ)
- INCAP. (2012). *Tabla de composicion de alimatos*. Recuperado el 15 de marzo del 2019: [https://www.academia.edu/19120143/Tabla\\_de\\_Composicion\\_de\\_Alimento](https://www.academia.edu/19120143/Tabla_de_Composicion_de_Alimento)

## s\_para\_Centroamerica\_del\_INCAP

- Instruments, A. (2018). APERA INSTRUMENTS. Recuperado el 24 de marzo del 2019: <https://aperainst.com/ph60s-premium-spear-ph-meter-pocket-tester-for-solid-semi-solid-sample-ph-measurement-cheese-meat-sushi-rice-soil-canning>
- Jones, S., & Tong, A. (1989). Factors influencing the commercial incidence of dark cutting BEEF. *Journal Animal Science*, 654, 649–654. Recuperado el 11 de marzo del 2019: <http://www.nrcresearchpress.com/doi/pdf/10.4141/cjas89-078>
- La H. Junta Militar de Gobierno. (1966). Ley de mataderos, 15. Recuperado el 15 de marzo del 2019: <http://www.epmrq.gob.ec/images/lotaip/leyes/lm.pdf>
- Larenas, F. (2016). *Evaluación de las variaciones de textura, color y pH en 3 cortes comerciales de carne bovina, envasados al vacío y almacenados en refrigeración a 4 °C durante 90 días*. Universidad de Concepción. Recuperado el 21 de abril del 2019: [http://repositorio.udec.cl/bitstream/handle/11594/2120/Tesis\\_Evaluacion\\_de\\_las\\_variaciones\\_de\\_textura.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.udec.cl/bitstream/handle/11594/2120/Tesis_Evaluacion_de_las_variaciones_de_textura.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ledic, I. (2011). Cronología dentaria de los bovinos. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 2–8. Recuperado el 24 de marzo del 2019: [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/denticion\\_y\\_protosis/27-Cronologia\\_dentaria.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/denticion_y_protosis/27-Cronologia_dentaria.pdf)
- Loayza, S. (2011). “Control De Calidad De La Carne De Bovino En El Mercado Municipal De La Ciudad De Piñas Provincia De El Oro,” 114. Recuperado el 12 de abril del 2019: [https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5387/1/tesis de control de calidad de carne. Santiago Loayza.pdf](https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5387/1/tesis%20de%20control%20de%20calidad%20de%20carne.%20Santiago%20Loayza.pdf)
- Loredo, J., Sánchez, E., Barreras, A., Figueroa, F., Pérez, C., Ruiz, M., & Domínguez, M. Á. (2019). An evaluation of environmental, intrinsic and pre-and post-slaughter risk factors associated to dark-cutting beef in a Federal Inspected Type slaughter plant. *Meat Science*, 150, 85–92. Recuperado el 18 de marzo del 2019: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.12.007>
- MAG. (2018). Plan de Contingencia para Fiebre Aftosa en el Ecuador. Retrieved from <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/Plan-de-contingenacia-Fiebre-Aftosa05062018-ilovepdf-compressed.pdf>
- Maps, G. (2019). Google Maps. Retrieved from <https://www.google.com/maps/@-2.8686706,-78.975477,15z/data=!5m1!1e1>
- Mariño, G., Vilca L, M., & Ramos D., D. (2005). Evaluación del pH en canales de toros Holstein (*Bos taurus*) y Nelore (*Bos indicus*). *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 16(1), 90–95. Recuperado el 17 de de noviembre del 2018: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v16n1/a13v16n1>
- Martin, A., Fredeen, H., & Weiss, G. (1971). Characteristics of youthful beef

- carcasses in relation to weight, age and sex. *Journal Animal Science*, 15. Recuperado el 18 de marzo del 2019:<https://doi.org/https://doi.org/10.4141/cjas71-043>
- Ministerio de agricultura ganaderia y pesca de la nación. (2013). Estudio de cadenas pecuarias de Ecuador., 1–75. Recuperado el 5 de marzo del 2019: [http://www.agroindustria.gob.ar/site/ganaderia/bovinos/05=Mercados/04=%0ACarnes/\\_archivos/000002=Estudio del mercado cárnico de%0AEcuador/000008-Estudio del mercado cárnico de Ecuador.pdf](http://www.agroindustria.gob.ar/site/ganaderia/bovinos/05=Mercados/04=%0ACarnes/_archivos/000002=Estudio%20del%20mercado%20c%C3%A1rnico%20de%0AEcuador/000008-Estudio%20del%20mercado%20c%C3%A1rnico%20de%20Ecuador.pdf)
- Montoya Rodríguez, C. (2014). Caracterización de algunas variables de calidad de carne en bovinos manejados bajo diferentes condiciones de producción en el trópico colombiano, 136. Recuperado el 17 de noviembre del 2018: <http://www.bdigital.unal.edu.co/49255/1/1020392364.2014.pdf>
- Moreno, A., Rueda, V., & Ceular, A. (1999). Análisis cuantitativo de pH de canales de vacuno en matadero. *Archivos de Zootecnia*, 80, 33–42. Recuperado el 28 de marzo del 2019: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4121.pdf>
- Muchenje, V., Dzama, K., Chimonyo, M., Strydom, P. E., Hugo, A., & Raats, J. G. (2009). Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: A review. *Food Chemistry*, 112(2), 279–289. Recuperado el 12 de abril del 2019:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.05.103>
- Page, J. K., Wulf, D. M., & Schwotzer, T. R. (2001). A survey of beef muscle color and pH.(Statistical Data Included). *Journal of Animal Science*, 79(3), 678. Recuperado el 11 de marzo del 2019:<https://doi.org/10.2527/2001.793678x>
- Peña, F., Garcia, A., Domenech, V., Cano, T., Alcalde, M., Martos, J., ... A, M. (1990). Características de la canal en corderos de raza segureña. *ResearchGate*, (August 2014). Recuperado el 5 de marzo del 2019: <https://www.researchgate.net/publication/260401105>
- Romero, M., Velasco, J., & Sánchez, J. (2017). Indicadores conductuales y fisiológicos para evaluar el transporte de novillos al rastro y su relación con el pH de la carne. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Peru*, 28(3), 586–596. Recuperado el 18 de marzo del 2019:<https://doi.org/10.15381/rivep.v28i3.13364>
- Rubio, M., Braña, D., Mendez, D., & Delgado, E. (2013). *Sistemas de producción y calidad de carne bovina C*. Recuperado el 25 de marzo del 2019: <http://www.anetif.org/files/pages/0000000034/18-sistemas-de-produccion-y-calidad-de-carne-bovina.pdf>
- Schmidt, H. H., Bittner, S. S., Vinagre, L. J., Wittig, de P. E., Avendaño, V. S., López, V. L., ... Castro, C. E. (1984). Carne y productos carnicos, su tecnología y análisis. *Fundacion Chile*, 111. Recuperado el 14 de marzo del 2019:<http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/121407/schmidth05.pdf>
- Schrama, J., Van Der Hel, W., Henken, A. M., Gorssen, J., & Verstegen, M. W. (1994). Transport of farm animals: The thermal environment. *Agricultural University Wageningen, The Hague Netherlands*, 1–8. Recuperado el 15 de

marzo del 2019: [http://icomst-proceedings.helsinki.fi/papers/1994\\_12\\_01.pdf](http://icomst-proceedings.helsinki.fi/papers/1994_12_01.pdf)

- Sisson, S., & Grossman, J. D. (1995). *Anatomía de los animales los animales domesticos*. (Salvat Editores S.A., Ed.) (5ta ed.). Barcelona. Recuperado el 17 de marzo del 2019: <https://www.casadellibro.com/libro-anatomia-de-los-animales-domesticos-tomo-i-5aa-ed/9788445807224/639056>
- Torrescano Urrutia, G. R., Sánchez Escalante, A., Vásquez Palma, M. G., Paz Pellat, R., & Pardo Guzmán, D. A. (2010). Caracterización de canales y de carne de bovino de animales engordados en la zona centro de Sonora. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 1(2), 157–168. Recuperado el 12 de abril del 2019: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v1n2/v1n2a7.pdf>
- USDA. (2007). El color de las carnes rojas y blancas. *Información Sobre Inocuidad de Alimentos*, 1–3. Recuperado el 15 de marzo del 2019: [https://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/4ce35862-b3a7-4050-9140-48a296dfb88e/Color\\_Carnes\\_Aves.pdf?MOD=AJPERES](https://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/4ce35862-b3a7-4050-9140-48a296dfb88e/Color_Carnes_Aves.pdf?MOD=AJPERES)
- Valero, T., Calle, S., Ruiz, E., Avila, J., & Varela, G. (2012). Guía nutricional de la carne. *Fundación Española de La Nutrición*, 23. Recuperado el 12 de abril del 2019: <http://www.fedecarne.es/ficheros/swf/pdf/guiaNutricion.pdf>
- Varela, G., Beltrán, B., Cuadrado, O., Moreiras, C., Manuel Ávila, Isabel, C., & Ángel Ruiz. (2001). *La carne de vacuno en la amilenticion humana*. Recuperado el 5 de abril del 2019: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/20733/1/Reg.274.pdf>
- Vargas, O., & Gualán, C. (2017). *Determinar la calidad de carne bovina mediante medición de pH y acidez en tercenos de la ciudad de Zaruma*. Universidad técnica de Machala. Recuperado el 12 de abril del 2019: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/10535>
- Warren, L., Mandell, I., & Bateman, K. (2010). Road transport conditions of slaughter cattle: Effects on the prevalence of dark, firm and dry beef. *Canadian Journal of Animal Science*, 90(4), 471–482. Recuperado el 15 de noviembre del 2018: <https://doi.org/10.4141/cjas09091>
- Wulf, D. M., O'Connor, S. F., Tatum, J. D., & Smith, G. C. (1997). Using Objective Measures of Muscle Color to Predict Beef Longissimus Tenderness. *Journal of Animal Science*, 75(3), 684–692. Recuperado el 18 de noviembre del 2018: <https://doi.org/10.2527/1997.753684x>
- Zea, J., Díaz, M., & Carballo, J. (2007). Efecto de la raza, sexo y alimentación en la calidad de la carne de vacuno. *Archivos de Zootecnia*, 56(Suplemento 1), 737–743. Recuperado el 12 de abril del 2019: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2929623>

### 8. ANEXOS

Martes 5 de febrero

Hoja de campo de datos ante-mortem						
Código de animal	EDAD	SEXO		DISTANCIA PROCEDENCIA	TIEMPO DE REPOSO	
	N° dientes	M	H	Km	Horas	
1	M-1	+8		/	Paute	0
2	M-2	+8		/	Paute	0
3	M-3	+8		/	Paute	0
4	M-4	+8		/	u	0
5	M-5	+8		/	u	0
6	M-6	+8		/	u	0
7	M-7	4	✓		Atoques	0
8	M-8	+8		✓	Atoques	0
9	M-9	8		✓	Biblion	19
10	M-10	2		✓	Biblion	20
11	M-11	0	✓		Biblion	20
12	M-12	2	✓		Biblion	20
13	M-13	+8		✓	Biblion	20
14	M-14	6	✓		Machongara	20
15	M-15	+8		✓	Machongara	20
16	M-16	2	✓		Machongara	20
17	M-17	0	✓	✓	Machongara	20

Anexo 1: Hoja de campo de datos ante-mortem. Fuente: Autores

Martes 05/02/2019

Código de animal	pH		Color 24 horas post faenamiento	
	45 minutos	24 horas	Rojo cereza brillante	Rojo oscuro
M1	7.10			
M2	6.90	6.06		X
M3	6.74	5.70	X	
M4	6.99	5.96		X
M5	6.90			
M6	6.88	5.66	X	
M7	6.85			
M8	6.90	5.52	X	
M9	6.99	5.63		X
M10	6.67	5.51	X	
M11	6.36	5.82	X	
M12	6.77			
M13	6.44	5.60	X	
M14	6.99			
M15	6.82	5.68		X
M16	6.87	5.92		X
M17	6.77			
M18	6.91			

Anexo 2: Hoja de campo de datos post-mortem. Fuente: Autores



**Anexo 3:** Medidor de pH digital utilizado en el estudio, modelo APERA PH60S.

**Fuente:** Autores



**Anexo 4:** Determinación de la edad, 0 incisivos definitivos (menor a 12 meses aproximadamente). **Fuente:** Autores



**Anexo 5:** Determinación de la edad, 2 incisivos definitivos (18-24 meses de edad aproximadamente). **Fuente:** Autores

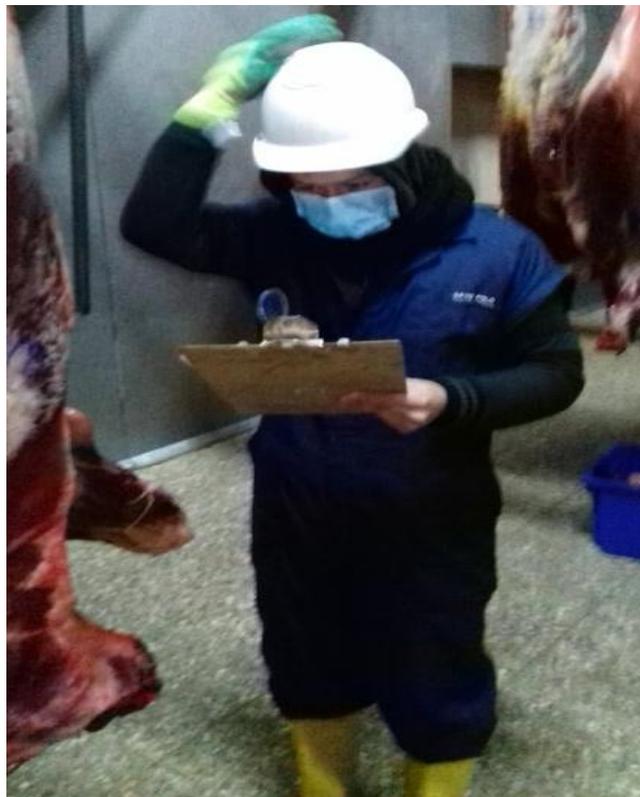


**Anexo 6:** Determinación de la edad, 6 incisivos definitivos (36 meses aproximadamente). **Fuente:** Autores



**Anexo 7:** Medición del pH final en el musculo longissimus dorsi.

**Fuente:** Autores



**Anexo 8:** Toma de datos del pH final en la cámara de frío. **Fuente:** Autores



**Anexo 9:** Identificación de las canales. **Fuente:** Autores



**Anexo 10:** Valoración del color de la canal. Color rojo cereza brillante. **Fuente:** Autores



**Anexo 11:** Valoración del color de la canal. Rojo oscuro. **Fuente:** Autores