



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA ZOOTECNIA**

**“EFECTO DEL SISTEMA DE ATURDIMIENTO SOBRE LA  
CALIDAD DE LAS CANALES PORCINAS FAENADAS EN LA  
EMRAQ-EP”**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA ZOOTECNISTA**

**AUTORA: THALIA ANABEL SILVA FARIAS**

**DIRECTORA: Ing. PAULA ALEXANDRA TOALOMBO VARGAS Ph.D.**

Riobamba – Ecuador

2022

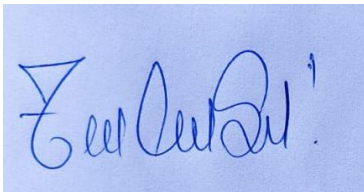
© 2022, Thalia Anabel Silva Farias

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, THALIA ANABEL SILVA FARIAS, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 22 de noviembre de 2022


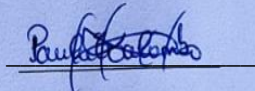
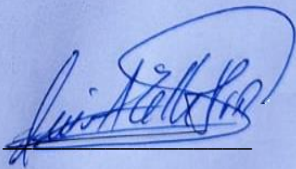


**Thalia Anabel Silva Farias**

**172749324-7**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA ZOOTECNIA**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular, Tipo: Trabajo Experimental “**EFFECTO DEL SISTEMA DE ATURDIMIENTO SOBRE LA CALIDAD DE LAS CANALES PORCINAS FAENADAS EN LA EMRAQ-EP**”, realizado por la señorita: **THALIA ANABEL SILVA FARIAS**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. José Miguel Mira Vásquez, Ph.D. <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2022-11-22
Ing. Paula Alexandra Toalombo Vargas Ph.D. <b>DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2022-11-22
Ing. Luis Andrés Flores Tello <b>ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2022-11-22

## **DEDICATORIA**

A mi padre Celestial por ser el guía de mi vida a mis hermanas Nathaly Silva y Stefany Silva este nuevo éxito es en gran parte a ustedes; he logrado concluir con éxito un reto que en un principio podría parecer tarea titánica e interminable. Les dedico mi tesis por enseñarme que los retos de la vida no están ahí para bloquear el camino sino para descubrir quiénes somos y de que material estamos hechos. Las amo.

*Thalia*

## AGRADECIMIENTOS

A mi padre Celestial por darme sabiduría y discernimiento para tomar decisiones en mi vida, tú amor y tu bondad no tienen fin.

A la ciudad más bonita Riobamba por acogerme entre sus alas y permitirme ser parte de ella mientras culmino mi formación académica universitaria a la prestigiosa Universidad Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por haberme aceptado ser parte de ella y abrirme las puertas de su conocimiento, a mis docentes de la Facultad de Ciencias Pecuarias quienes impartieron su conocimiento aportando en mi formación profesional.

A mi tutora de tesis Ing. Paula Alexandra Toalombo Vargas PhD. Al ingeniero Luis Andrés Tello Flores por haber compartido su conocimiento y sabiduría para que sea llevado a cabo este trabajo de investigación.

Al Dr. Cristian Navarro jefe de veterinarios de la empresa EMRAQ-EP por haberme abierto las puertas de la empresa para llevar a cabo la ejecución de mi tesis por depositar su confianza por compartir su conocimiento y experiencia para el desarrollo de este proyecto de titulación.

A la señora Segunda Cajo y Maira Cajo por enseñarme amar la vida como ellas la hacen.

Al Ing. Richard Tituaña por la paciencia, disponibilidad que ha tenido en todo momento, por confiar en mí y animarme a superarme constantemente sin sus correcciones y consejos no hubiera sido posible la elaboración de esta tesis.

A Leonela, Mireya, Decsy, Susana, Saida, Cristhian y Kevin por ese sincero compañerismo que hizo que los días sean más gratos y llevaderos.

Gracias a todos por su aprecio a lo largo de estos años.

*Thalia*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	ix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	3
1.1. Industria porcina a nivel mundial y en Ecuador.....	3
1.2. Bienestar animal.....	4
1.3. Transporte y manipulación de cerdos.....	5
1.4. Manejo en el faenado.....	5
1.4.1. <i>Insensibilización</i> .....	5
1.4.1.1. <i>CO<sub>2</sub></i> .....	6
1.4.1.2. <i>Electronarcosis</i> .....	6
1.4.2. <i>Sangrado</i> .....	9
1.4.3. <i>Escaldado y depilado</i> .....	10
1.4.4. <i>Evisceración, lavado, peso y conservación</i> .....	10
1.5. Procesos metabólicos involucrados en la conversión de músculo a carne.....	11
1.6. Calidad de las canales porcinas.....	11
1.6.1. <i>Equimosis, petequias y fracturas</i> .....	11
1.6.2. <i>pH</i> .....	13
1.6.3. <i>Factores que alteran la calidad de las canales porcinas</i> .....	13

### CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO.....	15
2.1. Localización y duración del experimento.....	15
2.1.1. <i>Ubicación del área de estudio</i> .....	15
2.2. Unidades experimentales.....	15
2.3. Materiales, equipos, e instalaciones.....	16
2.4. Tratamientos y diseño experimental.....	16

<b>2.5.</b>	<b>Mediciones experimentales</b> .....	17
<b>2.6.</b>	<b>Análisis estadísticos y pruebas de significancia</b> .....	17
<b>2.7.</b>	<b>Metodología de evaluación</b> .....	18
<b>2.7.1.</b>	<i>Petequias</i> .....	18
<b>2.7.2.</b>	<i>Equimosis</i> .....	18
<b>2.7.3.</b>	<i>Fracturas</i> .....	19
<b>2.7.4.</b>	<i>pH</i> .....	19
<b>2.7.5.</b>	<i>Peso</i> .....	20
<b>2.7.6.</b>	<i>Temperatura</i> .....	20

### **CAPÍTULO III**

<b>3.</b>	<b>MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS</b> .....	21
<b>3.1.</b>	<b>Incidencia de petequias, equimosis y fracturas en cerdos faenados</b> .....	21
<b>3.2.</b>	<b>Incidencia de fracturas por área vertebral</b> .....	23
<b>3.3.</b>	<b>Características físicas de las canales porcinas.</b> .....	23
<b>3.3.1.</b>	<i>Relación entre el peso del animal vs temperatura y pH de los cerdos aturdidos mediante electronarcosis</i> .....	25
<b>3.3.2.</b>	<i>Relación entre el peso del animal vs número de petequias, equimosis y numero de vertebras fracturadas.</i> .....	27

	<b>CONCLUSIONES</b> .....	29
--	---------------------------	----

	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	30
--	------------------------------	----

### **GLOSARIO**

### **BIBLIOGRAFÍA**



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b>	Voltaje, amperaje, frecuencia y duración de corriente eléctrica aplicada en la cabeza de cerdos en distintos mataderos. ....	8
<b>Tabla 1-2:</b>	Materiales, equipos e instalaciones utilizados.....	16
<b>Tabla 1-3:</b>	Incidencia de petequias, equimosis y fracturas en cerdos faenados .....	21
<b>Tabla 2-3:</b>	Incidencia de fracturas por área vertebral .....	23
<b>Tabla 3-3:</b>	Características físicas de las canales porcinas.....	23
<b>Tabla 4-3:</b>	Matriz de correlaciones entre peso, temperatura y pH de los cerdos aturdidos mediante electronarcosis .....	26
<b>Tabla 5-3:</b>	Modelos de regresión logística ajustados a presencia de Petequias, Equimosis y Fracturas en función del peso del cerdo faenado.....	27

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1-1:</b>	Colocación de electrodos en los lados parietales de la cabeza de un cerdo. ..	8
<b>Ilustración 2-1:</b>	Aturdimiento cabeza-a-dorso. ....	9
<b>Ilustración 1-2:</b>	Localización de la Empresa Pública Metropolitana de Rastro Quito.....	15
<b>Ilustración 2-2:</b>	Petequias en canales porcinas. ....	18
<b>Ilustración 3-2:</b>	Equimosis en cerdos.....	19
<b>Ilustración 4-2:</b>	Fracturas en cerdos.....	19
<b>Ilustración 1-3:</b>	Incidencia vs Muestra.....	21
<b>Ilustración 2-3:</b>	Histogramas de pH, con gráfico de dispersión entre peso vs pH. ....	24
<b>Ilustración 3-3:</b>	Histogramas de temperatura con gráfico dispersión entre pares variables...	25
<b>Ilustración 4-3:</b>	Histogramas de peso y gráfico de dispersión entre pares de variables.....	25

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** IMÁGENES

**ANEXO B:** PLANILLA PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

**ANEXO C:** INCIDENCIA DE PETEQUIAS, EQUIMOSIS Y FRACTURAS EN CERDOS FAENADOS

**ANEXO D:** INCIDENCIA DE FRACTURAS POR ÁREA VERTEBRAL Y DISTRIBUCIÓN DE CHI CUADRADO

**ANEXO E:** MEDIA, MEDIANA Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DEL PH, PESO Y TEMPERATURA DE LAS CANALES DE CERDO

**ANEXO F:** MATRIZ Y MODELOS DE REGRESIÓN LOGÍSTICA

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo conocer el efecto del sistema de aturdimiento sobre la calidad de las canales porcinas faenadas en la “EMRAQ-EP”. En el desarrollo de la investigación, se obtuvieron muestras al azar de 361 porcinos provenientes de diferentes lugares del Ecuador, se registraron, edad, petequias, equimosis, vertebras fracturadas, pH, peso y temperatura de la canal porcina. En el análisis estadístico se obtuvieron media, mediana y desviación estándar de pH, peso y temperatura de las canales, se relacionaron las variables pH y temperatura con el peso del cerdo a través de regresiones logísticas utilizando una función de enlace logit con una distribución de error binomial. Se calculó la incidencia de petequias, equimosis y fracturas por área vertebral, adicionalmente se calculó un test Chi cuadrado de bondad de ajuste para contrastar la hipótesis nula de que la probabilidad de fracturas es igual en todas las áreas vertebrales. Los resultados obtenidos mostraron que las petequias se presentaron con mayor incidencia en las canales (36,29%), así como la región sacra fue el área vertebral con mayor incidencia de fracturas (39,06%). El pH tuvo un promedio de 6,19, el peso de los animales fue de 78,87 kg y la temperatura de 24,22°C indicando que se encuentran en una distribución normal. De igual forma, no se encontraron correlaciones entre las variables propuestas, pero si se logró esclarecer que el peso no es un predictor con respecto a la presencia petequias, equimosis y fracturas vertebrales. Se concluye que la incidencia de petequias, equimosis y fracturas vertebrales en las canales porcinas se debe a un manejo inadecuado en el proceso ante-mortem y al método de aturdimiento solo cabeza, se recomienda la aplicación de un sistema piglift, cabeza-pecho en la “EMRAQ-EP” para mejorar notablemente los efectos ocasionados por el método de aturrido en las canales porcinas.

**Palabras clave:** <CANALES PORCINAS>, <PETEQUIAS>, <EQUIMOSIS>, <FRACTURAS>, <CALIDAD>.

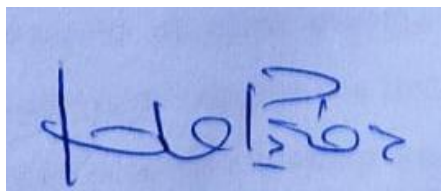


## ABSTRACT

The objective of this research was to determine the effect of the stunning system on the quality of pork carcasses slaughtered at 'EMRAQ-EP'. In the development of the research, random samples were obtained from 361 pigs from different places in Ecuador. Age, petechiae, ecchymosis, fractured vertebrae, pH, weight and temperature of the pork carcass were recorded. In the statistical analysis, mean, median and standard deviation of pH, weight and temperature of the carcasses were obtained. The variables pH and temperature were related to pig weight through logistic regressions using a logit link function with a binomial error distribution. The incidence of petechiae, ecchymosis and fractures per vertebral area was calculated, and a Chi-square goodness-of-fit test was calculated to test the null hypothesis that the probability of fractures is equal in all vertebral areas. The results obtained showed that petechiae occurred with a higher incidence in the carcasses (36.29%), and the sacral region was the vertebral area with the highest incidence of fractures (39.06%). The pH had an average of 6.19, the weight of the animals was 78.87 kg and the temperature was 24.22°C, indicating a normal distribution. Similarly, no correlations were found between the studied variables, but it was possible to clarify that weight is not a predictor with respect to the presence of petechiae, ecchymosis and vertebral fractures. It is concluded that the incidence of petechiae, ecchymosis and vertebral fractures in pork carcasses is due to inadequate handling in the ante-mortem process and the head-only stunning method. The application of a piglift, head-chest system in the 'EMRAQ-EP' is recommended to significantly improve the effects caused by the stunning method in pork carcasses.

**Keywords:** <PIG CARCASSES>, <PETEQUIAS>, <EQUIMOSIS>, <FRACTURING>, <QUALITY>.

2279-DBRA-UTP-2022



Dra. Gloria Isabel Escudero Orozco

CI. 0602698904

## INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas el bienestar animal ha sido una de las principales temáticas de preocupación por parte de la población y los productores en el sacrificio de ganado. Por parte de los productores y comercializadores esta temática es relevante dado que existe una amplia gama de estudios que asocian el bienestar animal con la calidad de la carne, que en última instancia afecta los ingresos económicos de estos actores (Acevedo et al., 2017, p.668; Guijarro et al., 2020, p.231; Terlouw et al., 2021, p. 4).

Entre los factores que se asocian al bienestar animal, y por tanto a la calidad de la carne, se mencionan como los más relevantes el tiempo de transporte, tiempo de ayuno, manipulación de los operarios, el embarque y desembarque de los animales, métodos de crianza, manejo en los corrales, la interacción con humanos y congéneres y los métodos de aturdimiento (Vitali et al., 2021, p.214; Faucitano, 2018, p. 730; Mugenda et al., 2019, p. 12).

La electronarcosis o aturdimiento eléctrico es uno de los métodos más usados a nivel mundial para producir la inconsciencia del animal y su posterior deshuello, siendo de común uso en los mataderos en Ecuador acorde a Agrocalidad (2017, p. 52). Sus ventajas más notorias son un bajo costo y el reducido entrenamiento necesario por parte de los operadores para realizar el procedimiento (Melo et al., 2021, p. 50).

En contraparte, múltiples estudios previos relacionan el uso de este método con efectos en las canales porcinas como son petequias, equimosis y fracturas, así como con el retorno a la consciencia de los cerdos, afectando la calidad de la carne. No obstante, parecen existir múltiples variables que interaccionan con la electronarcosis (e.g. actividad física de cerdo previo al sacrificio, manipulación del animal), siendo necesario evaluar el proceso de sacrificio en sus distintas fases y utilizar múltiples covariables que permitan discernir el efecto de la electronarcosis (Marcon et al., 2019, p. 95; Terlouw et al., 2021, p. 10).

En el Ecuador los principales proveedores de carne porcina a la población son los camales (mataderos) municipales de los diferentes cantones, los que tienen la obligación de controlar que los animales faenados destinados para el consumo humano sean de buena calidad y exentos de enfermedades que de una u otra manera afecten al consumidor. Además, estos centros son exhortados a reducir al mínimo el sufrimiento de los animales según la reglamentación ecuatoriana, prevaleciendo el bienestar animal (Agrocalidad, 2017, p. 52).

La evaluación de los métodos de aturdimiento en los canales del país se ha hecho preponderantemente en ganado vacuno, existiendo escasa información sobre el aturdimiento eléctrico y sus efectos en las canales porcinas. Adicionalmente, en el canal más grande del país, ubicado en Quito, es inexistente una línea base que describa a detalle los efectos de la electronarcosis en las canales porcinas. Tal evaluación permitiría aumentar la eficiencia del sistema de faenamiento porcino, mejorando el rendimiento económico de productores y comercializadores (Jerez et al., 2020, p. 10; Terlouw et al., 2021, p. 12).

Estos hechos cobran mayor relevancia al considerar que tanto la producción (de 95 mil TM/año a 140 mil TM/año en el periodo 2010-2016) como el consumo porcino per cápita (de 7,3 kg/per/año a 10 kg/per/año en el periodo 2010-2016) han aumentado en los últimos años en el país.

En este contexto, la presente investigación tiene por objeto cuantificar el porcentaje de petequias y equimosis encontradas en las canales porcinas faenadas en la EMRAQ-EP, porcentaje de fracturas encontradas en el proceso de faenamiento y determinar las características físicas de las canales porcinas. Con la finalidad de interpretar si las variables propuestas tienen influencia en los síntomas post muerte propuestos.

## CAPÍTULO I

### 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.

#### 1.1. Industria porcina a nivel mundial y en Ecuador

A nivel mundial, la carne es uno de los productos más consumidos como fuente de proteína, denotándose un pronunciado crecimiento en su producción en los últimos 50 años. Este aumento en el consumo mundial se refleja en el crecimiento de esta industria, que desde 1990 ha experimentado un incremento pronunciado en su producción, especialmente en China, donde la producción de carne ha aumentado en 60 millones de toneladas métricas. La producción de carne porcina ocupa hasta un 40% de la producción cárnica global, siendo China el mayor productor (49 millones de toneladas métricas), seguida de la Unión Europea (23 millones de toneladas métricas) y Estados Unidos (12 millones de toneladas métricas), que en conjunto abarcan el 76% de la producción global (FAO, 2020, p. 12; Ritchie y Roser, 2017, p. 16; Szűcs & Vida, 2017, p. 108-109).

Así mismo, China se consolida como el país con mayor consumo porcino, reportándose un consumo de 53 millones de toneladas métricas, seguido de la Unión Europea y Estados Unidos, con 18 y 9.9 millones de toneladas métricas, respectivamente. El crecimiento del sector también se denota en la población de cerdos, que de acuerdo al último reporte del Departamento de agricultura de Estados Unidos (2022) (USDA, por sus siglas en inglés) llega a 749 millones de cerdos, siendo China (410 millones de cabezas), la Unión Europea (145 millones de cabezas) y Estados Unidos (74 millones de cabezas) los países con mayor población de cerdos. En cuanto a exportaciones, la Unión Europea es el mayor proveedor de carne de cerdo (4.9 millones de toneladas métricas), seguido de Estados Unidos (3.1 millones de toneladas métricas) y Canadá (950 millones de toneladas métricas) (FAO, 2020, p. 12; Ritchie y Roser, 2017, p. 16; Szűcs & Vida, 2017, p. 108-109).

En Ecuador, la producción porcina también es una importante actividad ganadera, registrando para el año 2019 ingresos totales de más de 35 millones de dólares (SRI, 2022). Este sector representa un 17% del sector ganadero, con un total de 2,5 millones de cabezas de cerdo, siendo la sierra (1,23 millones de cabezas) y costa (1,16 millones de cabezas) los mayores productores (INEC, 2021). Similar a la tendencia global, en Ecuador dentro del periodo 2010 y 2016 la producción tecnificada y semi-tecnificada aumentó en 27 mil toneladas métricas, la producción artesanal o familiar en 9 mil toneladas métricas, mientras que el consumo per cápita en 3 kg (ASPE, 2016). Este aumento en producción pudo suplir mejor el mercado nacional, dado que las importaciones en el mismo periodo se redujeron en un 77% (ASPE, 2017).



De acuerdo con Agrocalidad (2017, p. 52) el 73% de la producción porcina se genera en granjas grandes (centros que manejan más de 500 cerdos), un 18% en granjas medianas (entre 50-500 cerdos) y un 9% en granjas pequeñas o familiares (menos de 50 cerdos). Además, la mayoría de granjas (86%) corresponden granjas pequeñas y medianas, mientras que las granjas grandes o tecnificadas representan tan solo un 3% del total de granjas en el país, mismas que están situadas solo en la costa y sierra.

## **1.2. Bienestar animal**

En general, el concepto de bienestar animal se asocia a satisfacer un conjunto de necesidades, resumidas en las 5 libertades de los animales, con reducir o eliminar el sufrimiento, y con provocar la muerte rápida e indolora del animal. Entre las condiciones mínimas que deben ser suplidas a los animales se mencionan: alimentar e hidratar adecuadamente, preservar la integridad física y psicológica del animal y permitir la libre expresión de su comportamiento. El cumplimiento de estas necesidades dependerá mayoritariamente de la percepción (negativa o positiva) de los actores involucrados en la producción porcina hacia los animales y de la capacitación en el manejo animal (Spiragelli et al., 2021, p. 6-7; Llonch et al., 2017a, p. 669-670).

Esta área ha avanzado significativamente en las últimas décadas, observándose un creciente y fortalecido interés tanto de consumidores y productores hacia el bienestar animal. Por parte de los consumidores, se exige un trato humanitario que elimine o reduzca el dolor y miedo de los animales, reconociendo que los animales son seres que pueden sentir (Acevedo et al., 2017, p. 677; Romero & Sánchez, 2017).

En cuanto a productores, el interés nace de la manifiesta asociación advertida entre el bienestar animal y la calidad de la carne, dado que este último factor está relacionado al rendimiento económico de la carne. Por tal motivo, el número de trabajos científicos en esta área se ha incrementado notoriamente, usando múltiples indicadores de bienestar animal relacionados a la calidad de la carne. Por ejemplo, se ha explorado la asociación entre las condiciones de transporte previo al sacrificio, prácticas de crianza, rasgos comportamentales (e.g. vocalizaciones), trato de los productores hacia los animales (positivo o negativo), cambios de ambiente, métodos de aturdimiento (electronarcosis vs CO<sub>2</sub>) e indicadores de calidad de carne tales como tasas de glicólisis, niveles de glucógeno y lactato en sangre, pH, color y textura de carne (e.g. carne PSE y DFD), entre otros (Acevedo et al., 2017, p. 669; Vitali et al., 2021, p. 212; Spiragelli et al., 2021, p. 5; Guijarro et al., 2020, p. 235; Mugenda et al., 2019, p. 12).

### **1.3. Transporte y manipulación de cerdos**

De acuerdo con Faucitano y colaboradores (2018, p. 729) la fase de transportación de los cerdos desde las granjas de producción hacia el matadero (camal) es una de las fases de mayor estrés, debido a la interacción humano-cerdo y al abandono de su comunidad. Adicionalmente, el manejo agresivo y forzoso de operarios al manipular a los cerdos (provocando hemorragias), la duración del trayecto y cambios de clima durante el trayecto, constituyen agentes estresantes que afectan la calidad de la carne. Estos factores desencadenan múltiples respuestas al estrés, observándose en los cerdos hipoglicemia (altas tasas metabólicas), hipocapnia, hipoxemia, hipotermia, reducción de pH y aumento del ritmo cardiaco y de ácido láctico (Terlouw et al., 2021,p.12).

No obstante, las generalizaciones descritas parecen comportarse diferente en distintos escenarios. Vitali et al. (2021, p. 211) encontraron que la incidencia de lesiones (i.e. hemorragias) aumentó en trayectos de 11-37 km, comparado a trayectos más largos de 89-170 km. Atribuyeron estos resultados a mayores tiempos de recuperación y descanso, que posiblemente disminuyó la probabilidad de caídas, a carreteras rurales precarias en trayectos cortos y a hábitos de conducción bruscos.

Por su parte, cerdos castrados parecen ser menos susceptibles al efecto de la transportación, mostrando niveles glucosa (indicador indirecto de estrés) y porcentajes de hematocrito más controlados que machos sin esterilizar que sufrieron hipoglicemia y un aumento de hematocrito (de 30 a 51%), y niveles de lactato menores que hembras (diferencia de 15 mg/DL,  $p < 0,05$ ) (Sindhoj, 2021, p. 8; Borzuta, 2019, p. 856).

### **1.4. Manejo en el faenado**

Llegado al matadero, el cerdo es desembarcado y transportado hacia las instalaciones, donde se desarrollan un conjunto de actividades para garantizar el bienestar animal y obtener el máximo rendimiento por corte.

#### ***1.4.1. Insensibilización***

La insensibilización es el procedimiento que provoca la inconsciencia e insensibilidad instantánea del animal hasta el momento de su muerte. En general, el procedimiento se clasifica en métodos reversibles, en los que los animales después de cierto tiempo recuperan la sensibilidad y consciencia, e irreversibles, donde el animal muere en el proceso de aturdimiento (Acevedo et al., 2017, p. 669; Guijarro et al., 2020, p. 232; Melo et al, 2021, p. 50).

En cerdos, las técnicas más usadas para insensibilizar son el aturdimiento por CO<sub>2</sub> y el aturdimiento eléctrico o electronarcosis; este último, a su vez, se subdivide en aturdimiento solo-cabeza y cabeza-pecho. En casos de emergencia, cuando el animal necesita ser sacrificado apremiantemente por su estado de salud (e.g. moribundo) o por ineffectividad del método primario de aturdimiento, se usa el método de perno cautivo (Melo et al, 2021, p. 50).

#### *1.4.1.1. CO<sub>2</sub>*

En este tipo de aturdimiento los cerdos son llevados a cámaras aisladas donde se administra, por lo general, una mezcla de 80% CO<sub>2</sub> y 20% O<sub>2</sub> durante un periodo de 30-60 segundos. Al inhalar esta mezcla, se induce hipoxia en los cerdos debido al aumento de la concentración de CO<sub>2</sub> en sangre (hipocapnia), proceso que activa el metabolismo anaeróbico (aumento de concentración de lactato) desembocando en la acidificación del fluido cerebroespinal que altera la sinapsis entre neuronas, produciéndose hiperventilación y finalmente la inconsciencia del animal (Sindhøj et al., 2021, p. 4; Llonch et al., 2017a, p. 34; Llonch et al., 2017b, p. 670).

De acuerdo con algunos autores, la principal ventaja de esta técnica es la baja incidencia de hemorragias, fracturas y carnes pálidas, suaves y exudativas (PSE) y el aturdimiento de varios cerdos a la vez (Sindhøj et al., 2021, p. 4). En contraste, desde la perspectiva de bienestar animal se señala que el aturdimiento por CO<sub>2</sub> es más nocivo que la electronarcosis, puesto que los cerdos muestran señales de dolor. (e.g. jadeo, intentos de escape, vocalizaciones) a concentraciones mayores de 30% (Llonch et al., 2017b, p. 672).

#### *1.4.1.2. Electronarcosis*

En esta técnica se aplica a través de electrodos una corriente eléctrica que induce la despolarización del sistema nervioso central, provocando un episodio epiléptico que termina en la inconsciencia del animal, caracterizado por la exhibición de una fase tónica y clónica. Los electrodos pueden ser colocados de dos maneras distintas; en la cabeza, provocando solo la inconsciencia del animal, y en la cabeza y pecho, induciendo la insensibilización y muerte del animal (Guijarro et al., 2020, p. 234; Estevez et al., 2022, p. 14).

Para asegurar la inconsciencia del animal o su muerte, es necesario que exista un adecuado contacto entre los electrodos y la piel, recomendándose humedecer el área a colocar, retener firmemente al animal, preferiblemente con correas en V, colocar apropiadamente los electrodos y utilizar parámetros eléctricos adecuados (i.e. amperaje, voltaje y frecuencia) durante un periodo de tiempo prudente (Sindhøj et al., 2021, p. 4; Wallgren et al., 2021, p.43).

Las principales críticas a esta técnica son su alta incidencia de hemorragias, fracturas de hueso y la pronunciada declinación de pH que conduce a la producción de carnes PSE. La incidencia de estos eventos se atribuye a las contracciones involuntarias de los músculos producidos por el paso de la corriente eléctrica. Tales espasmos incrementan la tasa metabólica, traducida a un exacerbado consumo de azúcar y excreción de catecolaminas. A su vez, las catecolaminas impulsan la gluconeogénesis y glicolisis, que en un ambiente escaso de oxígeno da paso al metabolismo anaeróbico produciendo la acumulación de ácido láctico y la hidrólisis de ATP, observándose una rápida declinación del pH. Por su parte, se mencionan como principales ventajas de esta técnica su bajo coste y la corta preparación del personal para aplicarla (Guevara et al., 2018, p. 134).

### **Fase tónica**

Según la Asociación de Matanza Humanitaria (HSA, por sus siglas en inglés) (HSA, 2014) durante esta fase el cerdo exhibe los siguientes síntomas:

- Contracción muscular espasmódica.
- Flexión de las patas posteriores y extensión de las anteriores.
- Respiración arrítmica.
- Rigidez del cuerpo.
- Cuello estirado.
- No presenta reflejo corneal.

### **Fase clónica**

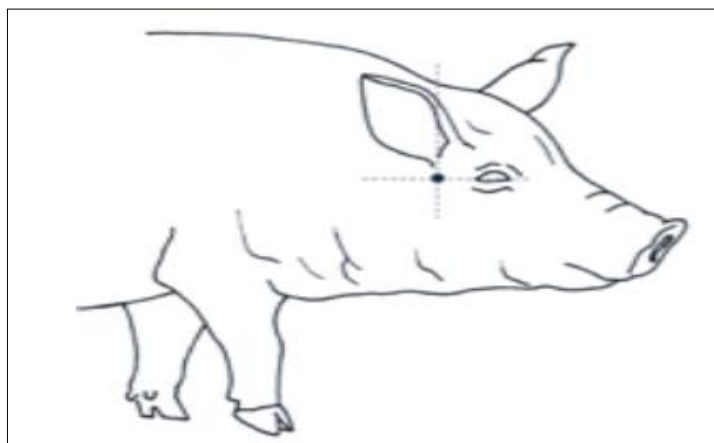
De acuerdo a Wallgren (2021, p. 43), posterior a la fase tónica, los siguientes eventos se pueden apreciar:

- Dilatación pupilar.
- Ausencia de respiración normal.
- Ausencia de respuesta al dolor.
- Relajación gradual muscular.
- Espasmos en patas.
- Micción y defecación.

### **Aturdimiento solo-cabeza**

Como se mencionó en párrafos anteriores, en esta técnica los electrodos se colocan en la intersección formada por la línea longitudinal formada desde el ápice externo del párpado y la

línea vertical que empieza en la base de la oreja del cerdo -1. Los parámetros eléctricos usados deben contemplar la resistencia eléctrica opuesta por el animal, determinada por su peso, índice de grasa, densidad y tamaño de pelaje y genotipo. Por lo general, se recomienda un voltaje y amperaje de mínimo 240 V y 1.3 A, respectivamente, durante al menos 3 segundos (Matarneh 2017, p. 161; Sindhoj et al., 2021, p. 8; Wallgren et al., 2021,p.43).



**Ilustración 1-1:** Colocación de electrodos en los lados parietales de la cabeza de un cerdo.

**Fuente:** Agrocalidad (2019)

En la Tabla -1 se indica Voltaje, amperaje, frecuencia y duración de corriente eléctrica aplicada en la cabeza de cerdos en distintos mataderos.

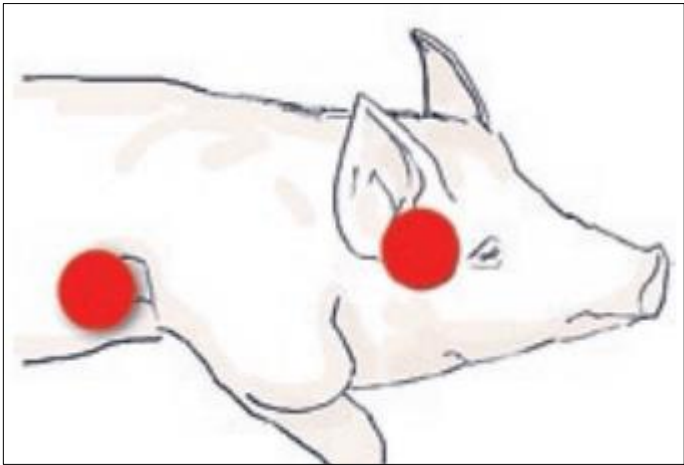
**Tabla 1-1:** Voltaje, amperaje, frecuencia y duración de corriente eléctrica aplicada en la cabeza de cerdos en distintos mataderos.

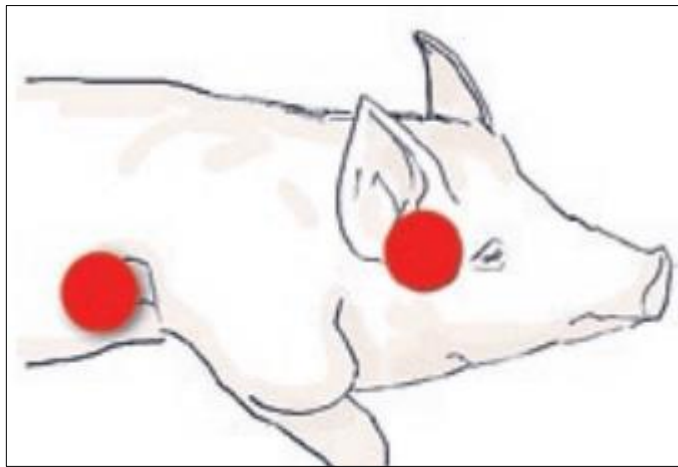
<b>Voltaje (V)</b>	<b>Amperaje (A)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>	<b>Duración (segundos)</b>	<b>Autor</b>
220	1.9	800	2.3	Velarde et al. (2000)
270	2.5	800	2.3	Velarde et al. (2000)
270	2.5	800	2.3	Velarde et al. (2001)
240	Sin datos	800	3	Lambooij et al. (1996)
240	Sin datos	Sin datos	4-5	Álvarez et al. (2005)
400	0.25	Sin datos	2	Becerril-Herrera et al. (2009)
Sin datos	1.3	50	4	Channon et al. (2003)
250	1.25	50-60	3	González et al. (2014)
250	1.25	Sin datos	3-4	Jerez-Timaure et al. (2020)
240	1.3	Sin datos	3	Wallgren et al. (2021)
100	Sin datos	Sin datos	5	Yu et al. (2009)

**Fuente:** (Guevara et al., 2018, p. 134 ;Sindhoj et al., 2021, p. 8; Jerez et al., 2020,p. 13; Wallgren et al., 2021, p. 53).

**Realizado por:** Silva, Thalía, 2022.

## **Aturdimiento cabeza-pecho**

En esta técnica a más de los electrodos colocados en la cabeza, con parámetros eléctricos similares a lo descrito anteriormente, se sitúa otro electrodo en el espacio intercostal entre la tercera y cuarta costilla como de muestra en la  -1, aplicando un voltaje, amperaje y frecuencia de 175 V, 1,6 A y 50 Hz, respectivamente, durante 1,7 segundos. Este último electrodo provoca la fibrilación ventricular del corazón y según varios autores evita los efectos contraproducentes generados en las canales porcinas al reducir la concentración de ácido láctico en sangre, puesto que altera la función del nervio espinal y nervios periféricos, reduciendo las convulsiones en la fase clónica (Sindhøj et al., 2021, p. 8; Mugenda et al., 2019, p. 12).



**Ilustración 2-1:** Aturdimiento cabeza-a-dorso.

**Fuente:** FAO (2004).

### ***1.4.2. Sangrado***

Posterior al aturdimiento, ya sea solo-cabeza o cabeza-pecho, se procede a desangrar al animal. Los cortes se realizan con un cuchillo afilado en los flancos del cuello, por encima de las clavículas de manera que se halle la carótida y yugular, esto con el propósito de interrumpir el suministro de oxígeno y nutrientes al cerebro. En un ambiente anaeróbico, el metabolismo oxidativo o respiración es inhibido y reemplazado por la glicólisis con el fin de suplir la alta demanda de energía del tejido cerebral, proceso que consume rápidamente las reservas de glucógeno y aumenta la concentración de ácido láctico y la acidificación del intersticio celular, entorpeciendo la sinapsis neuronal y finalmente provocando la muerte del animal (Wallgren et al., 2021, p. 43).

### ***1.4.3. Escaldado y depilado***

El proceso de escaldado consiste en el baño de las canales porcinas en agua caliente con el objetivo de ablandar los folículos capilares, reducir la degeneración muscular y la incidencia de carnes PSE y reducir la carga bacteriana; estudios previos han reportado que el escaldado reduce hasta 1.5 veces la concentración de bacterias aeróbicas, coliformes y enterobacterias (Carroll et al., 2017, p. 463; Irshad y Arun, 2017, p. 46).

El baño de las canales se realiza a 60° C durante 6 minutos en tanques de agua calentados en la base por una estufa. El tiempo y la temperatura usadas en el escaldado deben ser controladas, puesto que temperaturas y tiempos de escaldado altos cocinarán las capas externas de musculo y la piel, mientras que bajas temperaturas las proteínas de los folículos capilares no se desnaturalizan, dificultando el depilado. Después del escaldado, se procede a depilar al cerdo con un cuchillo, con énfasis en los pliegues y áreas del cuerpo de difícil acceso.

### ***1.4.4. Evisceración, lavado, peso y conservación***

Posterior a lo descrito, se prosigue con la evisceración del cerdo, procedimiento que consiste en la remoción de los órganos ubicados en el área torácica y abdominal. La evisceración debe ser realizada a la mayor prontitud posible, entre 20 y 30 minutos, debido al alto riesgo de que el contenido del sistema digestivo contamine las canales porcinas. Además, en cerdos machos es necesario tener cuidado con cortar accidentalmente el prepucio, puesto que es una fuente de contaminación importante. El riesgo de contaminación por enterobacterias como Salmonella es alto, especialmente en la apertura de la cavidad oral, remoción de los intestinos y amígdalas palatinas, así como en la sanitización y desinfección de cuchillos y otras herramientas de evisceración (Biasino et al., 2018, p. 194).

Eviscerado el cerdo, se prosigue a lavar y cortar áreas contaminadas o dañadas de las canales. Después, se corta las canales para obtener cortes comerciales; los glúteos se rebanan y se consigue el jamón; la carne que rodea la caja torácica se convierte en tocino; la grasa se utiliza para hacer chicharrones; una buena parte de la piel se muele y se envuelve en los intestinos lavados para producir morcillas y salchichas. Finalmente, los cortes obtenidos se pesan y se conservan en congeladores a temperaturas entre 3 y 5° C (Agrocalidad, 2017, p. 670).

## **1.5. Procesos metabólicos involucrados en la conversión de músculo a carne**

Una vez ocurrida la muerte cerebral por anoxia, los músculos del cerdo experimentan múltiples procesos metabólicos que desembocan en la conversión del tejido en carne.

Al examinar al animal, las fibras musculares son privadas del suministro de oxígeno, inhibiendo la fosforilización oxidativa que genera 36 moléculas de ATP. En un intento por mantener la homeostasis celular, las fibras musculares continúan consumiendo el ATP disponible y comienzan a lisar rápidamente las reservas de glicógeno a través de la fermentación láctica, que tan solo genera 2 moléculas de ATP. En esta fase, la concentración de ácido láctico y protones aumenta, consecuentemente el pH disminuye debido al incremento del glicolisis anaerobio y al hidrólisis de ATP. Además, al desaparecer la función del sistema circulatorio el ácido láctico que normalmente es transportado al hígado y resintetizado a glicógeno se acumula progresivamente en el músculo provocando la declinación del pH. Adicionalmente, la temperatura de las canales asciende a causa de la pérdida de la disipación de calor que provee el sistema circulatorio, exacerbando la síntesis de ácido láctico y consecuentemente la declinación del pH (Matarneh et al., 2017, p 160; Warner, 2017, p. 680).

Por su parte, la mermada producción de ATP, provocada por la anoxia y el agotamiento de las reservas de glicógeno, es incapaz de mantener la ruptura de los enlaces actina-miosina que es su estado relajado, observándose múltiples filamentos cruzados de actomiosina y un estado contraído de los músculos, es decir, el rigor mortis. Posterior al rigor mortis los músculos se relajan a medida que las proteínas musculares se desnaturalizan debido al aumento de la temperatura y al descenso del pH (Matarneh et al., 2017, p. 163; Warner, 2015, p. 680).

## **1.6. Calidad de las canales porcinas**

En virtud de evaluar la calidad de la carne obtenida luego de la aplicación de algunas de las técnicas de aturdimiento, parámetros como la incidencia de hemorragias (e.g. Equimosis y Petequias), fracturas, pH y temperatura son medidas en las canales. No obstante, el efecto del tipo de aturdimiento puede interaccionar con múltiples variables como factores ambientales, características inherentes del cerdo (e.g. genotipo) y la manipulación y manejo del cerdo.

### ***1.6.1. Equimosis, petequias y fracturas***

Las petequias se definen como puntos rojos en la piel originados por la extravasación de la sangre al tejido conjuntivo o graso. En general, las petequias se presentan como agrupaciones circulares o elípticas de puntos rojos de un tamaño menor a 2 mm en las áreas cutáneas afectadas,



comúnmente observándose en el jamón y en el lomo. Por su parte, la decoloración de una porción de la piel provocado por la extravasación de la sangre al tejido subcutáneo se conoce como equimosis. Las equimosis se caracterizan por presentarse como manchas rojas de tamaños que varían en un rango de 1 cm hasta 20 cm, con formas redondeadas u ovaladas, con un color púrpura característico. Ambos rasgos se generan por la contracción muscular y la presión sanguínea incrementada al aplicar electronarcosis a los cerdos, ocasionando la ruptura de los capilares musculares y los vasos sanguíneos superficiales y la extravasación de la sangre a capas superficiales de la piel. Similar a las hemorragias, las fracturas se producen por la contracción muscular brusca observada en la fase tónica (Vitali et al., 2021, p. 213).

El mal manejo previo al sacrificio producto del maltrato animal ocasionado por los trabajadores de los mataderos y de los transportistas, provocando golpes, contusiones, laceraciones y otros defectos en la piel, se ha reportado por varios autores como causantes de petequias, equimosis y fracturas. Así mismo, los factores ambientales, el transporte de los cerdos durante largos trayectos en carreteras rurales poco mantenidas y las técnicas de conducción inapropiadas provocan mayor incidencia de petequias y equimosis. Adicionalmente, las técnicas de carga y descarga de los cerdos se asocian a mayor incidencia de estos defectos en la carne, dado que en esta fase el cerdo es manipulado constantemente y al estar en un estado permanente de estrés, debido al nuevo ambiente, al separamiento de su manada y al constante contacto con humanos, la manipulación es extremadamente difícil por lo que los operadores deben tratar bruscamente a los cerdos (Faucitano, 2018, p. 730; Marcon et al., 2019, p. 94; Driessen et al., 2020, p. 17).

Otro factor asociado a la incidencia de petequias es la enfermedad causada por la bacteria *Erysipelothrix rhusiopathiae*, que en la fase aguda de la afección provoca en los cerdos eritemas, necrosis y petequias. Así mismo, la incidencia de petequias y equimosis puede aumentar en cerdos infectados por la peste porcina clásica provocado por virus del género Pestivirus, donde los principales síntomas de la afección son temperatura alta, debilidad, incoordinación y según la variante del virus se puede apreciar una coloración púrpura y hemorragias en la piel, como son equimosis y petequias. También se ha observado petequias y equimosis en cerdos con problemas de circulación, algunos de estos padecimientos asociados a micotoxinas y otras toxinas (Biasino et al., 2018, p. 194; Carroll et al., 2017, p. 465).

En las áreas donde se observa mayor incidencia de petequias y equimosis suele ser en las superficies serosas y mucosas, así como en la piel en las áreas del abdomen, en el jamón, en el lomo y en el interior de los muslos. Asimismo, en el área de la chuleta, pernil y de paleta, la incidencia de petequias y equimosis es notoria, con incidencias de hasta un 35% en la paleta, explicándose que un tiempo prolongado de electronarcosis aumenta las convulsiones y la

incidencia de estos defectos. Por su parte, la fractura de huesos se observa con frecuencia en las vértebras sacras. No obstante, también se observan fracturas en el fémur debido a caídas en la fase de embarque y desembarque provocado por el mal manejo de los operarios o por resbalones de los animales ( Jerez et al., 2020, p. 13; Acevedo et al., 2017, p. 674; Faucitano, 2018, p. 734).

### ***1.6.2. pH***

En promedio, el pH muscular de los cerdos es de 7,4, descendiendo luego de la relajación muscular que sigue al rigor mortis hasta 5,4 a 5,7, valores que son considerados de carnes de buena calidad. Valores de pH mayores a 6 generan carnes oscuras, duras y secas (DFD, por sus siglas en inglés), originadas a causa de una declinación del pH por debajo de tasas normales de descenso. Tal evento se debe al agotamiento de las reservas de glicógeno previo al sacrificio en respuesta al estrés provocado al animal, limitando la fermentación láctica postmortem y por tanto la síntesis de ácido láctico y la declinación del pH (Estevez et al, 2021, p. 14).

Por su lado, las carnes pálidas, exudativas y suaves (PSE, por sus siglas en inglés) se producen al aumentar la actividad metabólica, y la concomitante elevación de la temperatura, previo al sacrificio del cerdo. Tal incremento metabólico se atribuye, entre otros, a condiciones estresantes. Estas altas tasas metabólicas incrementan a su vez la fermentación láctica postmortem, denotándose un mayor incremento de la temperatura y una declinación precipitada del pH, llegando a alcanzar valores menores de 6 en una hora, esto en contraste a canales normales cuyos valores de pH descienden a su valor mínimo de 5,4-5,5 en más de 4 horas (Matarneh et al., 2017, p. 165).

### ***1.6.3. Factores que alteran la calidad de las canales porcinas***

Entre los factores más importantes que alteran la calidad de las canales el estrés presacrificio es de los más mencionados en la literatura. El estrés activa y acelera múltiples vías metabólicas a través del sistema nervioso simpático con el objetivo de mantener altos niveles de glucosa en sangre para abastecer a los músculos de energía suficiente en caso de responder a estímulos externos (Driessen et al., 2020, p. 17).

Así mismo, ciertos genotipos pueden predisponer a las canales porcinas a menores rendimientos al utilizarse distintas técnicas de aturdimiento. En este sentido, varios autores han demostrado que cerdos portadores de la mutación halotano positivo homocigotos recesivos tienen mayor incidencia de carnes PSE, son más susceptibles a agentes estresores y tienen mayor incidencia de

equimosis y petequias que cerdos halotanos negativos heterocigotos para este alelo (Driessen et al., 2020, p. 18).

Por su parte, las técnicas de crianza, manejo, manipulación y transporte de cerdos se han descrito como otros factores importantes para la calidad de las canales porcinas. Por ejemplo, el sistema de alojamiento rural, donde existe poco hacinamiento de cerdos, estos duermen en camas de paja y existe mayor contacto con humanos, los indicadores de estrés son menores en comparación a sistemas de alojamiento industriales, con alto hacinamiento, poco contacto con humanos y condiciones ambientales estériles. Similarmente, un mayor tiempo de estabulación se ha asociado con mejor calidad de las canales dado que los cerdos tienen más tiempo para adaptarse al nuevo ambiente y reducir su comportamiento agresivo, mismo que está relacionado a altos niveles de estrés y por consiguiente a alta actividad metabólica antemortem (Driessen et al., 2020, p. 18; Faucitano, 2018, p.735).

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1. Localización y duración del experimento

##### 2.1.1. Ubicación del área de estudio

La investigación se llevó a cabo en las instalaciones del “Camal Metropolitano de Quito”, ubicado en la provincia de Pichincha, cantón Quito, parroquia La Ecuatoriana. En esta empresa se desarrollan actividades de faenamiento de bovinos, porcinos, ovinos, control veterinario ante - post mortem, inspección de carnes, subproductos.

En la figura 3-2 se indica la localización de la Empresa Pública Metropolitana de Rastro Quito.



**Ilustración 1-2:** Localización de la Empresa Pública Metropolitana de Rastro Quito.

**Fuente:** Google maps (2022)

#### 2.2. Unidades experimentales

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizaron 361 porcinos que ingresaron a la planta de sacrificio. Los cuales eran procedentes de diferentes puntos de la Costa, Sierra y Amazonía del Ecuador, y fueron seleccionados durante el tiempo que duró la investigación.

### 2.3. Materiales, equipos, e instalaciones

Los materiales, equipos e instalaciones utilizadas se detallan en la Tabla -2.

**Tabla 1-2:** Materiales, equipos e instalaciones utilizados

Materiales	Equipos	Instalaciones
Overol	pH metro HI 99163	Corrales de reposo
Botas	Balanza electrónica	Manga
Cofia	Cámara de celular	Área de aturdimiento y sacrificio de porcinos
Guantes	Computadora	Área de inspección veterinaria
Hojas de registro formato A4	Flash memory	Área de despacho
Carpeta	Impresora	
Ligas industriales		
Esferográficos		

Realizado por: Silva, Thalia, 2022.

### 2.4. Tratamientos y diseño experimental

El presente trabajo por tratarse de una investigación descriptiva observacional de la canal de los porcinos faenados en el Camal Metropolitano de Quito, tomando en consideración la cantidad de animales que son faenados en un mes y sacando una muestra representativa al azar, se registró la procedencia, marca, edad, presencia de petequias, presencia de equimosis, presencia de fracturas, pH, peso y temperatura de los animales como factores de estudio. Para establecer su influencia por lo que no se aplicó un diseño experimental definido, sino que responde a un muestreo.

Para calcular el tamaño de la muestra aplicamos la fórmula para poblaciones finitas.

$$n = \frac{\frac{z^2 * p(1 - p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{z^2 * p(1 - p)}{e^2 * N}\right)}$$

- N = tamaño de la población
- e = margen de error (porcentaje expresado con decimales)
- z = puntuación z
- p = probabilidad de éxito

$$\text{Tamaño de la muestra} = \frac{\frac{1.96^2 * 0.5(1 - 0.5)}{0.05^2}}{1 + \left(\frac{1.96^2 * 0.5(1 - 0.5)}{0.05^2 * 5830}\right)}$$

$$\text{Tamaño de la muestra} = 360.411 \approx 361$$

## **2.5. Mediciones experimentales**

Las medidas experimentales que se consideraron para la presente investigación fueron:

- Porcentaje total de animales con petequias (%).
- Porcentaje total de animales con equimosis (%).
- Porcentaje de petequias a nivel del muslo (%).
- Porcentaje de equimosis a nivel del muslo (%).
- Número de vertebras fracturadas.
- pH de la carne.
- Temperatura de la carne.
- Relación peso del animal vs número de petequias.
- Relación peso del animal vs número de equimosis.
- Relación del peso del animal vs el número de vertebras fracturadas.

## **2.6. Análisis estadísticos y pruebas de significancia**

En la presente investigación se utilizó las siguientes técnicas estadísticas:

- Estadística descriptiva.
- Chi cuadrado de Pearson.
- Regresiones logísticas.

### **PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

- Los porcinos que se encuentran en los corrales del camal y ya cumplieron con el reglamento según la Ley de mataderos y pasaron por una inspección ante mortem por parte del médico veterinario se procedió a tomar datos a los introductores o en el área de recepción su procedencia, marca y edad de los 18 porcinos diarios a ser evaluados durante todo el proceso de faenamiento colocándole una liga industrial en el arete ubicado en la oreja para identificar aquellos porcinos que no presenten ninguna anomalía y sean manejados correctamente por el operario corral-manga hasta llegar a la caja de noqueo.
- Una vez realizado el aturdimiento con una duración de seis segundos, baja a la mesa donde el operario realiza el sangrado en un tiempo de 15 segundos. Se realiza un corte de 4 cm en el garrón de las patas para identificarlo y darle seguimiento a lo largo de su faenamiento.
- Una vez desangrado, escaldado y eviscerado el porcino con el corte de 4 cm en el garrón llega a la plataforma del operario que realiza los cortes de media canal, corte especial y enteros. Posteriormente, se procede a realizar un nudo con la liga industrial en los ganchos ubicados en los rieles con la finalidad de que lleguen a despacho para su siguiente procedimiento.

- Las canales con su respectiva identificación ubicados en la plataforma veterinaria se realiza una observación minuciosa y se toma los datos de presencia o ausencia de petequias, equimosis en muslos y fracturas a nivel de columna vertebral.
- Las canales que fueron evaluadas y se encontraron ya en el área de despacho se procedieron a tomar el peso con una balanza electrónica y pH, temperatura de las canales con un peachimetro HI 99163 de la marca Hanna.

## 2.7. Metodología de evaluación

### 2.7.1. *Petequias*

Las canales con su respectiva identificación ubicados en la plataforma veterinaria y con la ayuda del veterinario a cargo del área se realiza una observación visual minuciosa de los muslos y se toma los datos de presencia o ausencia de petequias registrándolas en la planilla de recolección de datos.

En la figura 4-2 se indica petequias en canales porcinas.



**Ilustración 2-2:** Petequias en canales porcinas.

**Fuente:** SESC (2015).

### 2.7.2. *Equimosis*

Las canales con su respectiva identificación ubicados en la plataforma veterinaria y con la ayuda del veterinario a cargo del área se realiza una observación visual minuciosa y se toma los datos de presencia o ausencia de equimosis registrándolas en la planilla de recolección de datos.

En la figura 5-2 se indica equimosis en canales porcinas.



**Ilustración 3-2:** Equimosis en cerdos.

**Fuente:** Silva Thalia (2022).

### **2.7.3. Fracturas**

Las canales con su respectiva identificación ubicados en la plataforma veterinaria y con la ayuda del veterinario a cargo del área se realiza una observación visual minuciosa y se toma los datos de presencia o ausencia de fracturas registrándolas en la planilla de recolección de datos.

En la figura 6-2 se indica fracturas en canales porcinas.



**Ilustración 4-2:** Fracturas en cerdos.

**Fuente:** SESC (2015).

### **2.7.4. pH**

Las canales que fueron evaluadas y se encontraron ya en el área de despacho se procedió a tomar el pH de las canales con la ayuda de un peachímetro HI 99163 de la marca Hanna revisando con anterioridad que el equipo este correctamente calibrado se procedió a realizar una inserción con un ángulo de 45° C sobre el muslo con un tiempo de 7 segundos una vez que se reflejan los datos de pH en el peachímetro se procedió a registrar en la planilla de recolección de datos.



### ***2.7.5. Peso***

Las canales que fueron evaluadas y se encontraron ya en el área de despacho se procedió a tomar el peso con una balanza electrónica una vez reflejado el peso se procedió a registrar en la planilla de recolección de datos.

### ***2.7.6. Temperatura***

Las canales que fueron evaluadas y se encontraron ya en el área de despacho se procedió a tomar la temperatura de las canales con la ayuda de un peachimetro HI 99163 de la marca Hanna revisando con anterioridad que el equipo este correctamente calibrado se procedió a realizar una inserción con un ángulo de 45° C sobre el muslo con un tiempo de 7 segundos una vez que se reflejan los datos de temperatura en el peachimetro se procedió a registrar en la planilla de recolección de datos.

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

#### 3.1. Incidencia de Petequias, equimosis y fracturas en cerdos faenados

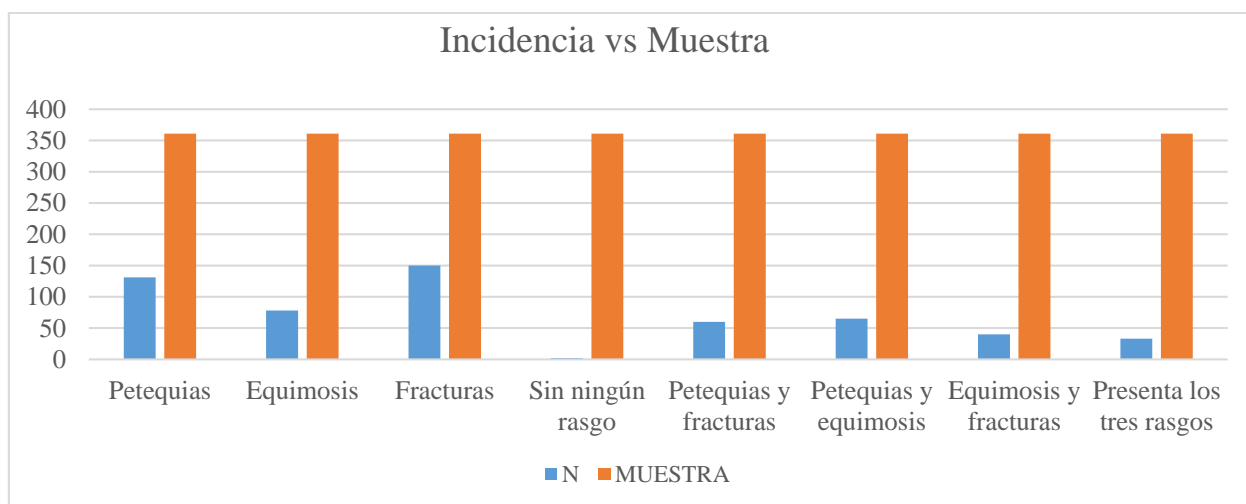
En los 361 cerdos aturdidos mediante electronarcosis, la incidencia de Petequias, equimosis y fracturas fue de 36,29% (131 cerdos); 21,61% (78 cerdos); 41,55% (150 cerdos); respectivamente Tabla 1-3: *Incidencia de Petequias, equimosis y fracturas en cerdos faenados*. Por su parte, la incidencia de Petequias y fracturas, Petequias y equimosis, y equimosis y fracturas fue de 16,62% (60 cerdos); 18,01% (65 cerdos); 11,08% (40 cerdos) respectivamente. La incidencia de cerdos sin ningún rasgo es de 0,55% (2 cerdos). Además, 33 cerdos presentaron los tres rasgos, lo que corresponde a una incidencia de 9,14%.

**Tabla 1-3:** Incidencia de Petequias, equimosis y fracturas en cerdos faenados

Variable	Incidencia (%)	N
Petequias	36,29	131
Equimosis	21,61	78
Fracturas	41,55	150
Sin ningún rasgo	0,55	2
Petequias y fracturas	16,62	60
Petequias y equimosis	18,01	65
Equimosis y fracturas	11,08	40
Presenta los tres rasgos	9,14	33

Realizado por: Silva, Thalía, 2022.

En la gráfica 1-3 se indica la incidencia vs muestra de los resultados obtenidos.



**Ilustración 1-3:** Incidencia vs Muestra.

Realizado por: Silva, Thalía, 2022.

Tasse y colaboradores (2019, p. 19), obtuvieron una incidencia equimosis y petequias en las piernas de un 90% mientras que de huesos rotos fue tan solo del 1,20%. De la misma forma Borzuta et al (2019, p 857) monitorearon las lesiones cutáneas en cerdos pesados (170 kg), encontrando que las principales lesiones se asocian con hematomas externos de la piel, los autores mencionan que la prevalencia generalizada de lesiones recientes relacionadas con peleas y defectos traumáticos/relacionados con el estrés enfatiza cómo todos los procedimientos llevados a cabo, desde la carga en la granja hasta el aturdimiento en el matadero, son una preocupación crítica para el bienestar, sugiriendo que cualquier mejora podría tener una relación costo-beneficio rentable. De forma contraria, Dich y colaboradores (2016, p 254) se observaron hemorragias musculares en la punta de los músculos del lomo de los cerdos del matadero mediante inspecciones radiográficas de las fracturas presentadas por los animales. En esta investigación se estableció que las hemorragias musculares contenían células de la médula ósea y del cartílago de la línea de crecimiento, además en los casos con hemorragia de lomo, se encontró una hemorragia similar con el cartílago de la línea de crecimiento dentro de la fractura de la epífisis. Las hemorragias se desarrollan secundariamente a la epifisiólisis en las vértebras lumbares, donde el lomo se une a la columna vertebral, concluyendo que las lesiones halladas se desarrollan alrededor del momento del aturdimiento.

Por su parte Terlouw et al (2018, p.12), señalan que el aturdimiento eléctrico se asocia con una mayor incidencia de petequias y equimosis, las cuales se desarrollan especialmente en portadores del alelo n recesivo del gen Ryr1 (sensibilidad al halotano), por lo cual el investigador exhorta a la realización de análisis genéticos a los individuos previo al transporte al matadero con el fin de garantizar un adecuado manejo del individuo y consecuentemente mantener la calidad del producto.

Así mismo, se han realizado meta análisis en los que se analizaba la incidencia de las hemorragias encontradas en canales de cerdo en España, de tal manera que la agencia de Salud Pública de Cataluña menciona que al determinar una posible diátesis hemorrágica en un canal de cerdos, es necesario considerar que este, es un signo inespecífico y de origen diverso, tomando como prioridad un estudio por infección vírica por lo cual resulta indispensable un estudio sobre el posible genoma viral presente, así mismo, se debe considerar una septicemia o infección bacteriana o incluso predisposición genética. Una vez que se ha descartado estas posibles causas se puede optar por determinar si hubo una intoxicación con anticoagulantes. Por último, asociar la presencia de petequias, equimosis al proceso de sacrificio previo, en donde es posible un mal manejo de los animales (Instituto de Salud Pública de Cataluña, 2020).

### 3.2 Incidencia de fracturas por área vertebral

En cuanto a fracturas, el área con mayor incidencia de fracturas fue la región sacra (39,06;  $X^2 = 410,34$ , P valor =  $< 0,05$ ), seguido del área torácica, lumbar y coccígeo, con incidencias de 6,09% (n = 22,00); 3,05% (n = 11,00); 0,28% (n = 1,00), respectivamente. En el área cervical no se reportó ninguna fractura en los 361 cerdos

Tabla 2-3: Incidencia de fracturas por área vertebral.

**Tabla 2-3:** Incidencia de fracturas por área vertebral

Área de fractura	Incidencia (%)	N	Significancia	Chi Cuadrado
Sacras	39,06	141	$< 0,05$	410,34
Torácicas	6,09	22	$< 0,05$	410,34
Lumbares	3,05	11	$< 0,05$	410,34
Coccígeas	0,28	1	$< 0,05$	410,34
Cervical	0,00	0	$< 0,05$	410,34

Realizado por: Silva, Thalía, 2022.

Fundamentando este resultado, Heinone et al, (2021), mencionan que las fracturas óseas halladas presentaban un 4,4% de presencia en la articulación coxofemoral, y de 3,2% total en el resto de las áreas vertebrales, las cuales resultan bajas frente a otros defectos y fracturas óseas propias del método de aturdimiento sienta el método eléctrico el que poseía un 3,6% de fracturas en la región sacra de los individuos evaluados.

### 3.3. Características físicas de las canales porcinas

Por otro lado, el presente estudio determinó características físicas de las canales porcinas utilizando medidas de tendencia central para las variables de pH, peso y temperatura de las canales de cerdo, valores que se exponen a continuación en la tabla 5-3.

**Tabla 3-3:** Características físicas de las canales porcinas.

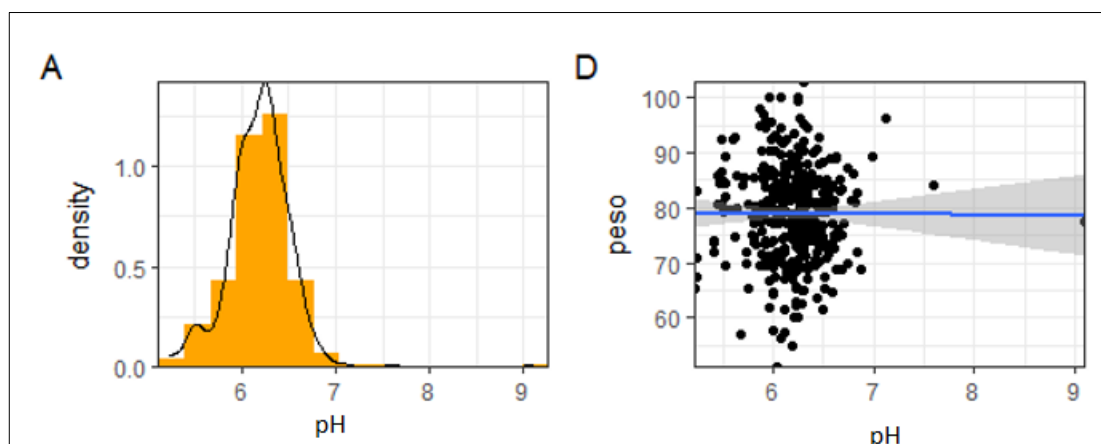
Variable	Media	Desviación estándar	Mediana
pH	6,19	0,35	6,21
Peso	78,87	8,64	79,20
Temperatura	24,22	2,32	24,00

Realizado por: Silva, Thalía, 2022.

Para el pH promedio de las canales obtenidas fue de 6,19 con su mediana de 6,21, observándose una dispersión en su distribución de 0,35. Para el peso de los cerdos faenados se tiene un promedio de 78,87 con una mediana de 79,20 y una desviación estándar de 8,64. Y para la temperatura un promedio de 24,22 con una mediana de 24,00 y una desviación estándar de 2,32.

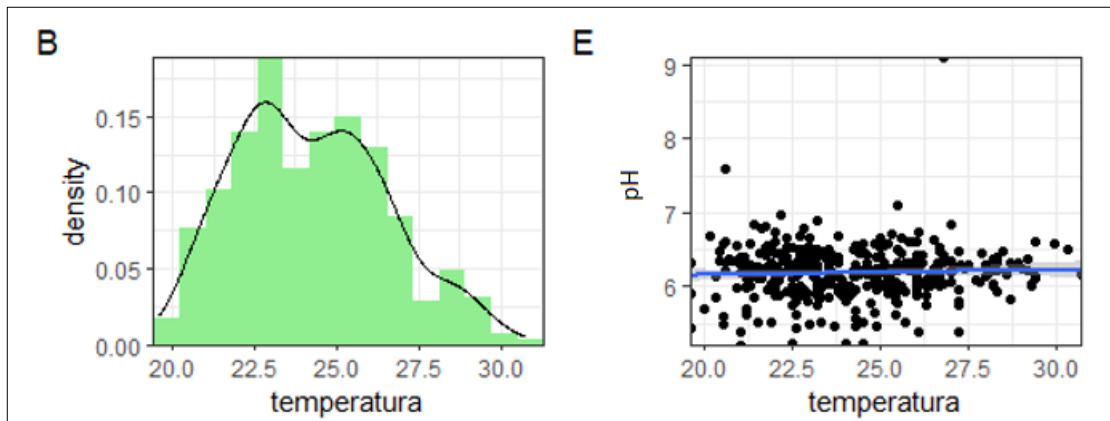
Los valores similares de media y mediana en estas dos variables sugieren que su distribución es simétrica, similar a una distribución normal ver Ilustración 2-3: Histogramas de pH, con gráfico de dispersión entre peso vs pH. y Ilustración 4-3: Histogramas de peso y gráfico de dispersión entre pares de variables.). No obstante, se observa un ligero sesgo positivo en el pH debido a valores atípicamente altos que influyen en el promedio y desviación estándar. En referencia a la temperatura, el promedio es de 24,22 con una mediana de 24,00 y una desviación estándar de 2,32. Aunque la media y mediana de esta variable son similares.

El gráfico de densidad muestra una tendencia bimodal cerca de la mediana **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.-3** . Con lo cual se puede observar un ligero sesgo positivo en el pH asociado a valores de medición altos.



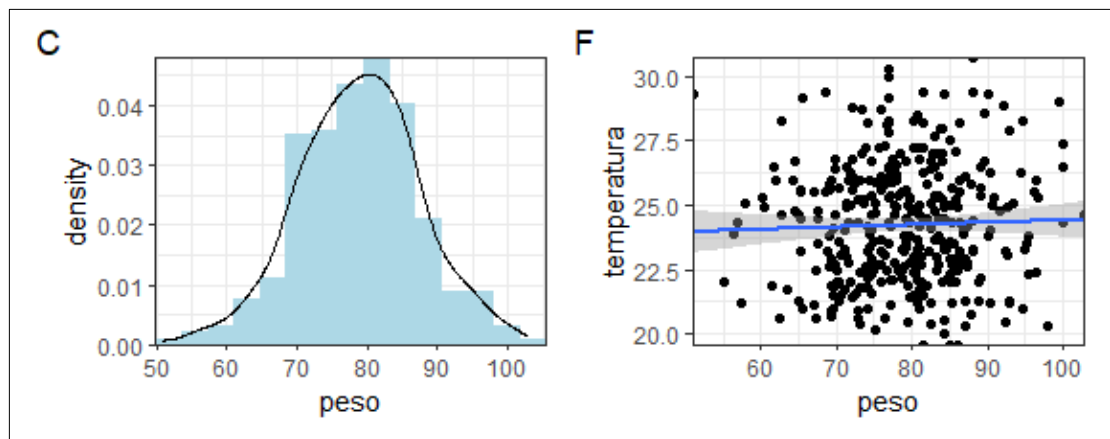
**Ilustración 2-3:** Histogramas de pH, con gráfico de dispersión entre peso vs pH.

Realizado por: Silva, Thalía, 2022.



**Ilustración 3-3:** Histogramas de temperatura con gráfico de dispersión entre pares de variables.

Realizado por: Silva, Thalía, 2022.



**Ilustración 4-3:** Histogramas de peso y gráfico de dispersión entre pares de variables.

Realizado por: Silva, Thalía, 2022.

De manera similar, en la investigación llevada a cabo por Timaure y colaboradores (2017) obtuvieron valores de promedio para pH de 6,43 que se encuentra dentro en el rango obtenido y de temperatura de 32,10 y 3,90 con respecto al peso obtuvo una media de 73,66 kg, es decir los valores obtenidos se localizan en valores promedios cercanos a otros estudios.

En este sentido, Romero, et al (2019), en su estudio determinó que los valores de pH incrementan positivamente en cerdos fatigados o que fueron expuestos a un mal tratamiento durante el transporte como principal factor de estrés, es decir que existe una relación lineal y positiva entre la exposición a un factor de estrés con el aumento de pH.

### 3.3.1. Relación entre el peso del animal vs temperatura y pH de los cerdos aturdidos mediante electronarcosis

Con respecto a la relación entre estas variables, la matriz de correlación de Pearson denota coeficientes por debajo del 1%, sugiriendo una relación nula entre los pares de variables numéricas, es decir, ninguna de las variables se correlaciona con las otras variables planteadas -3. Los gráficos de dispersión exhiben una dispersión aleatoria de los datos en las tres correlaciones, aumentando la evidencia de no relación entre estas variables **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..D-3, ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..E-3 y ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..F-3.**

**Tabla 4-3:** Matriz de correlaciones entre peso, temperatura y pH de los cerdos aturdidos mediante electronarcosis

Variable	pH	Peso	Temperatura
pH	1,00	0,00	0,00
Peso	-0,00	1,00	0,00
Temperatura	0,05	0,03	1,00

Realizado por: Silva, Thálfia, 2022.

Contrario a este resultado, Texeira y Boyle (2020) a través de una correlación de Pearson determinaron una correlación positiva entre la temperatura y pH en aquellos cerdos que presentaban fracturas en la zona coccígea, la cual generaba inflamación y por lo tanto un aumento en la temperatura sistémica. Así mismo, Terlouw, et al, 2021, indican que, debido al aturdimiento eléctrico, el pH presenta un aumento rápido, correlacionándose positivamente con la temperatura (0,3199;  $p > 0,01$ ).

De la misma forma, Urrea y compañía (2021), evaluaron en línea los pesos de la canal y las puntuaciones de lesiones en la piel, y se evaluó la calidad de la carne en el músculo *Longissimus thoracis* (LT) evaluando el parámetro del pH, obteniendo que lesiones encontradas tendieron a ser más altas ( $P = 0,06$ ) en las canales de cerdos con pesos de 270 kg, también se encontró una tendencia a valores de pH más bajos ( $P = 0,10$ ) en el músculo LT de cerdos los cerdos con mayor peso en kg.

### 3.3.2. *Relación entre el peso del animal vs número de Petequias, equimosis y numero de vertebras fracturadas*

En lo que refiere a la asociación entre la incidencia de Petequias, equimosis y fracturas en función del peso del cerdo, esta variable fue un débil predictor, explicando escasamente la varianza de las variables de incidencia. El efecto del peso fue aún menor en la incidencia de Petequias y fracturas, observándose un descenso en la probabilidad de presentar Petequias o fracturas en la canal de un 0,1%, con un intervalo de confianza que incluye tanto valores negativos y positivos, sugiriendo un efecto ambiguo de este predictor tanto en la incidencia de Petequias como en la incidencia de fracturas. Por su parte, el efecto del peso sobre la incidencia de equimosis fue un poco mayor que las variables anteriores, denotándose un aumento de 2,4% en la probabilidad de presentar equimosis por cada kilogramo extra, efecto que puede elevarse hasta un 5% -3. Evidentemente, los resultados de estas regresiones muestran que el efecto del peso es débil y puede ser descartado para explicar la incidencia de fracturas, equimosis y Petequias.

**Tabla 5-3:** Modelos de regresión logística ajustados a presencia de Petequias, Equimosis y Fracturas en función del peso del cerdo faenado

	<b>Petequias</b>	<b>Equimosis</b>	<b>Fracturas</b>
Intercepto	-0,491 IC 95% = [-2,475; 1,479] p = 0,626	-3,198 IC 95% = [-5,614; -0,865] p = 0,008	-0,198 IC 95% = [-2,130; 1,728] p = 0,840
Peso	-0,001 IC 95% = [-0,026; 0,024] p = 0,942	0,024 IC 95% = [-0,005; 0,054] p = 0,110	-0,002 IC 95% = [-0,026; 0,022] p = 0,883
Num.Obs.	361	361	361
AIC	476,9	378,2	494,1
BIC	484,7	386,0	501,9
Log.Lik.	-236,473	-187,105	-245,037
RMSE	1,15	1,02	1,17

**Realizado por:** Silva, Thalfá, 2022.

Romero y colaboradores (2019) realizaron un modelo de regresión logística, que mostró que el sexo, la velocidad y el tiempo de transporte fueron variables asociadas con la presencia de cerdos fatigados. Los cerdos fatigados presentaron mayor probabilidad de pH muscular alto que los cerdos normales ( $p < 0,01$ ). Estos resultados indican que el transporte es un factor de estrés para los cerdos con implicaciones sobre la presencia de cerdos fatigados y carne con pH alto.



Adicionalmente, para corroborar este hallazgo, Somavilla, et al, (2020, p. 16), estudiaron índices fisiológicos como peso, temperatura corporal, parámetros de estrés sanguíneo, comportamiento del animal antes y después del embarque para dilucidar la relación entre estos parámetros con respecto a la presencia de las anomalías anteriormente mencionadas. Los resultados de este estudio sugieren que es probable que los cerdos transportados a temperaturas elevadas en los camiones experimenten un mayor estrés, reflejado en el aumento de los niveles de cortisol y CK en la sangre, combinado con una mayor frecuencia de tumbarse durante el transporte y beber en el establo. Por lo cual este estudio concluyó que la generación de fracturas, y hemorragias se ve asociada con el manejo y transporte de los animales.

## CONCLUSIONES

Se observó que las fracturas tienen con mayor incidencia con respecto a Petequias y equimosis, que se presentaron en menor cantidad en los cerdos faenados, obteniendo un 41,55% para fracturas y el 36,29%, 21,61% para Petequias y equimosis respectivamente. Estos porcentajes también tienen incidencia respecto al método de aturdimiento utilizado, que en conjunto con un manejo inadecuado en el proceso ante-mortem ocasionan el desarrollo de estas anomalías.

La región sacra es el área vertebral que presentó una mayor incidencia de fracturas, a pesar de que la literatura no genera una discusión profunda para entender este fenómeno, si es posible sugerir que el mal manejo puede ser el factor responsable para que ocurra fracturas en esta zona.

En cuanto a las características físicas de las variables abordadas en este estudio, se determinó que el promedio para pH fue de 6,19 indicando un pH neutro para las canales porcinas, siendo este valor un factor no representativo para la producción de las anomalías analizadas, además que se encuentra en los parámetros indicados para un consumo humano. También se evidenció que el parámetro de peso es un predictor débil de la presencia de Petequias, equimosis y fracturas, por lo cual se descarta una relación entre estas variables.

Es relevante evaluar la incidencia de fracturas de las extremidades del animal, para determinar el buen manejo de los animales tanto en las granjas como el transporte y manejo posterior. Así mismo, la evaluación de métodos de aturdimiento y sus efectos en las canales porcinas debería ser realizado en todos los canales del país, esto permitiría tener información actualizada y amplia sobre el mejoramiento y control de los procesos de bienestar animal.

## **RECOMENDACIONES**

Se sugiere para próximos estudios enfocados en el estudio de métodos de aturdimiento, que las muestras animales obtenidas provengan de lugares con condiciones similares, es decir, si se va a trabajar con animales criados en entornos cálidos o fríos, pues el cambio de temperatura ambiental puede generar estrés en los animales e influir negativamente en los resultados obtenidos.

Es recomendable realizar análisis microbiológicos de las lesiones observadas tanto Petequias como equimosis, para descartar un origen bacteriano de las mismas aportando al mejoramiento de los procesos de calidad de la carne.

Dado que el peso es un predictor débil de la presencia de Petequias, fracturas y equimosis, resulta necesario evaluar otros parámetros como el análisis hematológico determinando el nivel de cortisol y CK, variables usadas en estudios previos.

Se sugiere a la Empresa Metropolitana de Rastro Quito aplicar en su sistema de aturdimiento en porcinos el sistema piglift para la inmovilización y posicionado individual de los porcinos antes de la descarga eléctrica o el sistema combinado de sujeción y descarga eléctrica cabeza-pecho que mejora notablemente los aspectos más negativos del sistema tradicional de aturrido eléctrico solo cabeza.

## GLOSARIO

**Genotipo:** Es un conjunto de genes e información genética de cualquier especie.

**Ácido láctico:** Sustancia que se produce por el tejido muscular y glóbulos rojos, el cual se produce por pérdida de agua importante en la sangre.

**Fibrilación ventricular:** Producto de contracción de las cámaras cardiacas produciendo que el corazón no transporte sangre al cuerpo.

**Intersticio celular:** Capa conformado por tejido conectivo, el que rodea casi todos los órganos del cuerpo.

**PSE:** Pálida, suave y exudativa.

**Glicólisis:** Proceso de las células que no necesitan oxígeno descomponen parcialmente la glucosa.

**Anoxia:** Falta de oxígeno de un tejido.

**Fosforilización oxidativa:** Energía liberada el que se utiliza para la formación de ATP en un proceso llamado quimiosmosis.

**Homeostasis.** – Ambiente interno constante el cual necesitan las células para que sobrevivan.

**Protones:** Partícula subatómica que se encuentra en la estructura del átomo, la que contiene carga positiva.

**Hidrolisis:** Proceso químico en la que el agua actúa sobre sustancia para formar otra o varias sustancias.

**Actomiosina:** Complejo molecular del músculo estriado, que se forma por filamento de actina y miosina.

**Alelo:** Maneras o versiones de dos o más carácter de un gen.

**Catecolaminas.** – Hormonas que son producidas por las glándulas suprarrenales.

## BIBLIOGRAFÍA

**ACEVEDO, J; et al.** *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, "Efectividad de Dos Métodos de Aturdimiento de Cerdos: Electronarcosis de Tres Puntos y Narcosis con CO<sub>2</sub>". vol. 27, n° 4 (2017), (Perú) pp. 668-679.

**AGROCALIDAD.** *Agrocalidad; MAGAP*, "Bienestar Animal Faenamiento de Animales de Producción". (2017), (Ecuador) p. 52.

**ASPE.** *Datos Porcícolas* [blog]. 2017. [Consulta: 2 enero 2022]. Disponible en: <https://www.aspe.org.ec/index.php/informacion/estadisticas/datos-porcicola-2011>

**BIASINO, W.; et al.** *Food Microbiology*, "Correlation between slaughter practices and the distribution of Salmonella and hygiene indicator bacteria on pig carcasses during slaughter". vol. 70 (2018), pp. 192-199.

**BORJA, Carlos.** Evaluación de la condición corporal y el rendimiento de la canal de los porcinos faenados en el camal municipal de la ciudad de Riobamba (Trabajo de titulación). Escuela superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Ingeniería en Industrias Pecuarias, Riobamba-Ecuador. 2017.

**BORZUTA, K; et al.** *Sciendo*. "The physiological aspects, technique and monitoring of slaughter procedures and their effects on meat quality. A review". Vol. 19, n°3 (2019). pp. 857-873.

**CARROLL, G. A.; et al.** *Animal*, "Effects of scalding and dehairing of pig carcasses at abattoirs on the visibility of welfare-related lesions". vol. 10, n° 3 (2017), pp. 460-467.

**DICH, Jorgensen; et al.** *Meat Science*, "Characterization of hemorrhages in the tenderloins of slaughter pigs". vol. 14 (2017), pp. 250-252

**DRIESSEN, Bert; et al.** *Animals*, "Effects of housing, short distance transport and lairage on meat quality of finisher pigs". vol. 10, n° 5 (2020), pp. 1-18.

**EPPERLA, Narendranath; et al.** *Wisconsin Medical Journal*, "A review of clinical signs related to ecchymosis". vol. 114, n° 2 (2017), pp. 61-65.

**ESTEVEZ, L; et al.** *Meat Science*. "Consumer attitudes towards farm animal welfare in Argentina, Chile, Colombia, Ecuador, Peru and Bolivia: A segmentation-based study. vol.187 (2022), pp. 13-15

**FAO.** *Techniques and hygiene practices in slaughtering and meat handling* [blog]. 2017. [Consulta: 3 febrero 2022]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/t0279e/t0279e04.htm>

**FAO.** *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, "Meat market review". n° December (2020), (Estados Unidos) pp. 1-13.

**FAUCITANO, Luigi.** *Journal of Animal Science*, "Preslaughter handling practices and their effects on animal welfare and pork quality". vol. 96, n° 2 (2018), (Estados Unidos) pp. 728-738.

**GUEVARA, D; et al.** *Universidad Técnica de Ambato*. "Evaluación de bienestar animal durante el aturdimiento de bovinos sacrificados en un Centro de Faenamiento Municipal". (2018). pp. 134

**GUIJARRO, A & MAURI C.** *Journal of applied animal welfare Science*. "Evaluation of two CO2 stunning methods on the efficacy of stunning and blood stress indicators of turkey under commercial processing conditions. (2019). pp 231-243

**GRANDIN, T.** *Journal of Animal Science*, "Perspectives on transportation issues: The importance of having physically fit cattle and pigs". vol. 79, n° E-Suppl (2017), pp. 201-206.

**HSA.** *Aturdimiento eléctrico de animales de carne roja* [blog]. 2018. [Consulta: 2 enero 2022]. Disponible en: [www.hsa.org.uk](http://www.hsa.org.uk)

**HEINONEN, M, et al.** *Ciencia Veterinaria Frontal*. "Evaluación de lesiones en la cola de cerdos de finalización en el matadero. Vol. 32. (2021)

**INEC.** *INEC*, "Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2020". (2021), (Ecuador) pp. 37-40.

**IRSHAD, A; & ARUN, T.** *International Journal of Livestock Research*, "Scalding and Its Significance in Livestock Slaughter and Wholesome Meat Production". vol. 3, n° 2 (2018), pp. 45-53.

**INSTITUTO DE SALUD PÚBLICA DE CATALUÑA.** “Diátesis hemorrágica en una canal de cerdo”. Disponible en: <https://sesc.cat/es/diatesis-hemorragica-en-una-canal-de-cerdo/#:~:text=De%20forma%20generalizada%20los%20n%C3%B3dulos,que%20puede%20tener%20causas%20diversas.>

**JEREZ, N; et al.** *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, "Evaluación del método de aturdimiento y tiempo de reposo corto sobre las características de la canal y la carne de cerdo". vol. 31, n° 3 (2020), (Perú) pp. 1-14.

**LEMOS, D.; et al.** *Frontiers Veterinary Science* "Skin temperature of slaughter pigs with tail lesions". vol. 13, n° 2 (2020), pp. 13-18.

**LLONCH, P.; et al.** *Animal Welfare*, "Aversion to nitrogen and carbon dioxide mixtures for stunning pigs". vol. 21, n° 1 (2017b), pp. 33-39.

**LLONCH, P.; et al.** *Animal*, "Stunning pigs with nitrogen and carbon dioxide mixtures: Effects on animal welfare and meat quality". vol. 6, n° 4 (2017a), pp. 668-675.

**MARCON, Adila V.; et al.** *Meat Science*, "Pork quality after electrical or carbon dioxide stunning at slaughter". vol. 156, n° April (2019), (Países Bajos) pp. 93-97.

**MARMOLEJO, Laura.** Evaluación De Los Factores De Transporte, Reposo E Insensibilización, Sobre El Ph Y Características Organolépticas De Canales Bovinas Y Porcinas, En La Empresa Oro De Carne Butchergold, Ubicada En La Parroquia San Mateo, Cantón Esmeraldas (Trabajo de titu. Escuela superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Ingeniería Zootécnica, Riobamba-Ecuador. 2017

**MATARNEH, Sulaiman K.; et al.** *Lawrie's Meat Science: Eighth Edition*, "The Conversion of Muscle to Meat". (2017), pp. 159-185.

**MELO, F; et al.** “*Effects of electronarcosis on frozen fillets*”. Journal of production and technology. (2021). pp.50

**MUGENDA, L; et al:** *Purdue extensión.* “Factors affecting perceptions of animal welfare in developing countries”. (2020). pp 12-13

**RITCHIE, Hannah; & ROSER, Max.** *Our World in Data*, "Meat and Dairy Production". n° 1 (2017), (Estados Unidos)

**RODRÍGUEZ, P.; et al.** *Animal Welfare*, "Assessment of unconsciousness during carbon dioxide stunning in pigs". vol. 17, n° 4 (2008), pp. 341-349.

**ROMERO, P.; & SÁNCHEZ, V.** *Revista de Investigación Veterinaria*, "Risk factors associated with the presence of fatigued pigs during transport and their implications on high pH in muscle". vol. 20, n° 4 (2019)

**SÁNCHEZ, Ruth.** Evaluación De La Eficacia De La Insensibilización Del Ganado Bovino En El Camal Metropolitano De Quito En Concordancia Con El Bienestar Animal (Trabajo de titulación). Universidad Central del Ecuador, Facultad De Medicina Veterinaria Y Zootecnia, Carrera de Veterinaria y Zootecnia, Quito-Ecuador. 2017.

**SINDHØJ, E.; et al.** *Animal*, "Review: Potential alternatives to high-concentration carbon dioxide stunning of pigs at slaughter". vol. 15, n° 3 (2021), pp. 1-10.

**SOMAVILLA, R; et al.** *Animal Welfare*. "Season, Transport Duration and Trailer Compartment Effects on Blood Stress Indicators in Pigs: Relationship to Environmental, Behavioral and Other Physiological Factors, and Pork Quality Traits". (2020). Vol. 4.pp. 12-16

**SPIGARELLI, C; et al.** *Frontiers Veterinary Sciences*. "Animal Welfare and Farmers, satisfaction in small scale dairy farms in the eastern alps". (2019) pp. 4-10

**SMULDERS, Frans; et al.** *Estadísticas General de Recaudación* The Conversion of Muscle to Meat. 2017.pp. 400-420.

**SRI.** [blog]. 2022. [Consulta: 28 enero 2022]. Disponible en: <https://www.sri.gob.ec/estadisticas-generales-de-recaudacion-sri>

**SZÚCS, István; & VIDA, Viktoria.** *Applied Studies in Agribusiness and Commerce*, "Global tendencies in pork meat - production, trade and consumption". vol. 11, n° 3-4 (2017), pp. 105-111.



**TASSE, M; et al.** *Ciencia Rural*, "Injury and condemnation data of pigs at slaughterhouses with federal inspection in the State of Paraná as indicators of welfare during transportation". (2018). *vol. 49, n°1*

**TERLOUW, E. M.; et al.** *Foods*, "Comparing gas and electrical stunning: Effects on meat quality of pigs when pre-stunning physical activity is minimal". *vol. 10, n° 2* (2021), (Suiza) pp. 1-13.

**TEXEIRA, D; et al.** *Frontiers in Veterinary Science*, "Skin temperature of slaughter pigs with tail lesions". *vol. 8.* (2020)

**TIMAURE, N; et al.** *Revista Investigación Veterinaria*. "Assesment of the stunning method and short lairage time on the carcass and pork quality traits". *vol. n°3* (2020). pp 3-5

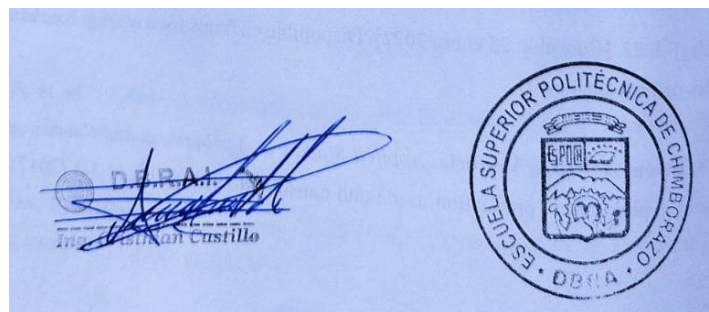
**URREA, M.; et al,** *Journal of Animal Science*, "Behavior, blood stress indicators, skin lesions and meat quality in pigs transported to slaughter at different loading densities" *vol. 5, n° 6* (2021)

**USDA.** *United States Department of Agriculture and Foreign Agricultural Service*, "Livestock and poultry: world markets and trade". (2022), (Estados Unidos) p. 31.

**VITALI, M; et al:** *Plos one*. "The multivariate approach identifies relationships between pre-slaughter factors body lesions, ham defects and carcass traits in pigs" *16 (5)* (2021). pp 210-215

**WALLGREN, Torun; et al.** *Swedish University of Agricultural Sciences*, "Stunning methods for pigs at slaughter". *vol. 1, n° 1* (2021), (Suecia) p. 43.

**WARNER, R.** *Meat: Conversion of Muscle into Meat* [en línea]. 1. Elsevier Ltd., (2017).pp. 677-684.



## ANEXO

### ANEXO A: IMÁGENES



**Figura 1.** Selección de muestra.

Fuente: Silva Thalia (2022)



**Figura 2.** Observación de animales bien manejados por el operario desde el ingreso por la manga hasta llegar a la caja de aturdimiento.

Fuente: Silva Thalia (2022)



**Figura 3.** Observación de que el operario realice correctamente el aturdimiento.

Fuente: Silva Thalia (2022)



**Figura 4.** Corte de 4 cm en el garrón de las patas para identificarlo y darle seguimiento a lo largo de su faenamiento.

Fuente: Silva Thalia (2022)



**Figura 5.** Recolección de datos presencia o ausencia de petequias, equimosis en muslos y fracturas a nivel de columna vertebral.

Fuente: Silva Thalia (2022)



**Figura 6.** Observación minuciosa de presencia de fracturas en la columna vertebral.

Fuente: Silva Thalia (2022)



**Figura 7. Petequias.**  
Fuente: Silva Thalia (2022)



**Figura 8. Equimosis.**  
Fuente: Silva Thalia (2022)



**Figura 9. Fracturas en la región sacra de la columna vertebral.**  
Fuente: Silva Thalia (2022)



**Figura 10. Fracturas en la región torácica de la columna vertebral.**  
Fuente: Silva Thalia (2022)



**Figura 11. Recolección de datos de pH y temperatura.**  
Fuente: Silva Thalia (2022)



**Figura 12. Recolección de pesos de los cerdos con la ayuda de una balanza de riel aereo.**  
Fuente: Silva Thalia (2022)

**ANEXO B: PLANILLA PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.**

LEVANTAMIENTO DE DATOS EMRAQ-EP																		
FECHA:																		
RESPONSABLE DE LEVANTAMIENTO DE DATOS:																		
ESPECIE:																		
FAENAMIENTO PORCINO																		
#	ID	PROCEDENCIA	MARCA	EDAD	VERIFICACIÓN										p H	PESO	TEMPERATURA	
					PETEQUIAS			EQUIMOSIS			FRACTURAS							
					SI	NO	ÁREA	SI	NO	ÁREA	SI	NO	ÁREA					
													V. CERVICALES	V. TORÁXICAS				V. LUMBARES
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
11																		
12																		



Fuente: Silva Thalia (2022).

**ANEXO C: INCIDENCIA DE PETEQUIAS, EQUIMOSIS Y FRACTURAS EN CERDOS FAENADOS.**

<b>Variable</b>	<b>Incidencia (%)</b>	<b>N</b>
Petequias	36.29	131
Equimosis	21.61	78
Fracturas	41.55	150
Sin ningún rasgo	0.55	2
Petequias y fracturas	16.62	60
Petequias y equimosis	18.01	65
Equimosis y fracturas	11.08	40
Presenta los tres rasgo	9.14	33

Fuente: Silva Thalia (2022)

**ANEXO D: INCIDENCIA DE FRACTURAS POR ÁREA VERTEBRAL Y DISTRIBUCIÓN DE CHI CUADRADO**

Area de fractura	Incidencia(%)	Observado		Esperado	O-E	Chi x2
Sacras	39.06	141		20.00%	35	106.00
Toraxicas	6.09	22		20.00%	35	-13.00
Lumbares	3.05	11		20.00%	35	-24.00
Coccigeas	0.28	1		20.00%	35	-34.00
Cervicales	0.00	0		20.00%	35	-35.00
<b>Total</b>	48.48	175				410.34
<b>Sin fracturas</b>	51.52	186				

CHI CUADRADO T	410.34
X2 (0,05;4 )	9.487729037
X2 (0,01;4 )	13.27670414
SIGNIFICANCIA	**
P valor	1.62E-87

Fuente: Silva Thalia (2022)

P = Probabilidad de encontrar un valor mayor o igual que el chi cuadrado tabulado, v = Grados de Libertad

v/p	0,001	0,0025	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5
1	10,8274	9,1404	7,8794	6,6349	5,0239	3,8415	2,7055	2,0722	1,6424	1,3233	1,0742	0,8735	0,7083	0,5707	0,4549
2	13,8150	11,9827	10,5965	9,2104	7,3778	5,9915	4,6052	3,7942	3,2189	2,7726	2,4079	2,0996	1,8326	1,5970	1,3863
3	16,2660	14,3202	12,8381	11,3449	9,3484	7,8147	6,2514	5,3170	4,6416	4,1083	3,6649	3,2831	2,9462	2,6430	2,3660
4	18,4662	16,4238	14,8602	13,2767	11,1433	9,4877	7,7794	6,7449	5,9886	5,3853	4,8784	4,4377	4,0446	3,6871	3,3567
5	20,5147	18,3854	16,7496	15,0863	12,8325	11,0705	9,2363	8,1152	7,2893	6,6257	6,0644	5,5731	5,1319	4,7278	4,3515
6	22,4575	20,2491	18,5475	16,8119	14,4494	12,5916	10,6446	9,4461	8,5581	7,8408	7,2311	6,6948	6,2108	5,7652	5,3481
7	24,3213	22,0402	20,2777	18,4753	16,0128	14,0671	12,0170	10,7479	9,8032	9,0371	8,3834	7,8061	7,2832	6,8000	6,3458
8	26,1239	23,7742	21,9549	20,0902	17,5345	15,5073	13,3616	12,0271	11,0301	10,2189	9,5245	8,9094	8,3505	7,8325	7,3441
9	27,8767	25,4625	23,5893	21,6660	19,0228	16,9190	14,6837	13,2880	12,2421	11,3887	10,6564	10,0060	9,4136	8,8632	8,3428
10	29,5879	27,1119	25,1881	23,2093	20,4832	18,3070	15,9872	14,5339	13,4420	12,5489	11,7807	11,0971	10,4732	9,8922	9,3418

**ANEXO E: MEDIA, MEDIANA Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DEL PH, PESO Y TEMPERATURA DE LAS CANALES DE CERDO.**

<b>pH</b>		<b>Peso (kg)</b>		<b>Temperatura</b>	
<b>Media</b>	6.19	<b>Media</b>	78.87	<b>Media</b>	24.22
Error típico	0.018645309	Error típico	0.45481538	Error típico	0.12209254
<b>Mediana</b>	6.21	<b>Mediana</b>	79.2	<b>Mediana</b>	24
Moda	6.3	Moda	77	Moda	26
<b>Desviación estándar</b>	0.35	<b>Desviación estándar</b>	8.64	<b>Desviación estándar</b>	2.32
Varianza de la muestra	0.125500766	Varianza de la muestra	74.675389	Varianza de la muestra	5.38127818
Curtosis	12.65520268	Curtosis	0.16989506	Curtosis	-0.47803335
Coefficiente de asimetría	1.352603427	Coefficiente de asimetría	-0.07637596	Coefficiente de asimetría	0.34855525
Rango	3.87	Rango	51.8	Rango	11.1
Mínimo	5.22	Mínimo	51	Mínimo	19.6
Máximo	9.09	Máximo	102.8	Máximo	30.7
Suma	2233.14	Suma	28471.15	Suma	8744.73
Cuenta	361	Cuenta	361	Cuenta	361

Fuente: Silva Thalia (2022)

## ANEXO F: MATRIZ Y MODELOS DE REGRESIÓN LOGÍSTICA

- Matriz de correlaciones entre peso, temperatura y pH de los cerdos aturridos mediante electronarcosis

	p H	PESO (kg)	Temperatura
p H	1		
PESO (kg)	-0.0038	1	
Temperatura	0.045748387	0.03291119	1

- Modelos de regresión logística ajustados a presencia de Petequias, en función del peso del cerdo faenado

	coeff b	s.e.	Wald	p-value	exp(b)	lower	upper
Intercept	-0.49391407	1.00606883	0.24101685	0.62347266	0.61023322		
peso	-0.00087458	0.0126836	0.00475458	0.94502667	0.9991258	0.97459433	1.02427476

- Modelos de regresión logística ajustados a presencia de Equimosis, en función del peso del cerdo faenado

	coeff b	s.e.	Wald	p-value	exp(b)	lower	upper
Intercept	-3.20106205	1.20855486	7.01544861	0.00808094	0.04071894		
peso	0.02409286	0.01504576	2.5641816	0.10930911	1.02438544	-0.00539628	0.05358201

- Modelos de regresión logística ajustados a presencia de Fracturas en función del peso del cerdo faenado

	coeff b	s.e.	Wald	p-value	exp(b)	lower	upper
Intercept	-0.193059266	0.98159549	0.03868265	0.84407871	0.82443311		
peso	-0.002	0.01237595	0.02304942	0.87932864	0.99812284	-0.02613535	0.0223775

Fuente: Silva Thalia (2022)





epoch

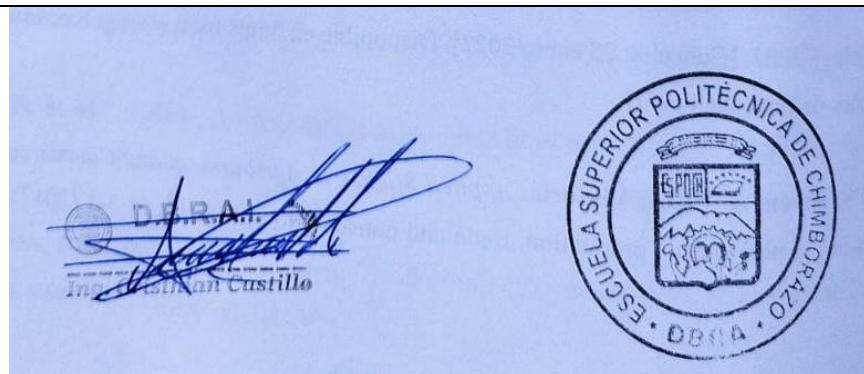
Dirección de Bibliotecas y  
Recursos del Aprendizaje

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y  
DOCUMENTAL**

**REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA**

**Fecha de entrega:** 14 / 12 / 2022

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> THALIA ANABEL SILVA FARIAS
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> CIENCIAS PECUARIAS
<b>Carrera:</b> ZOOTECNIA
<b>Título a optar:</b> INGENIERA ZOOTECNISTA
<b>f. responsable:</b> Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz



2279-DBRA-UTP-2022