



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**“INFLUENCIA DE LA EDAD, FENOTIPO, SEXO Y PESO AL SACRIFICIO
SOBRE LOS INDICADORES DE CALIDAD DE LOS PORCINOS FAENADOS
EN EL CAMAL DE AZOGUES”**

Tesis previa a la obtención
del Título de Médico
Veterinario Zootecnista.

AUTORES:

ELÍAS BOLÍVAR SEGARRA ZENTENO
LENIN RENÉ SALINAS CUEVA

DIRECTOR:

DR. GONZALO LÓPEZ CRESPO. MVZ. Mg. Sc.

CUENCA – ECUADOR

2016



RESUMEN

La industria porcina ha conseguido mejorar los parámetros productivos con la finalidad de incrementar la rentabilidad y ser más competitivos. El objetivo de la presente investigación fue determinar la influencia de la edad, fenotipo, sexo y peso al sacrificio sobre los indicadores de calidad: Rendimiento de la Canal, Porcentaje Magro, Temperatura y pH en 457 porcinos faenados en el camal de Azogues, analizando por fenotipo a 420 animales mestizos y 37 criollos. Los porcinos mestizos presentaron una Edad media de $5 \pm 1,09$ meses, Peso al Sacrificio $94,2 \pm 19,39$ kg, Rendimiento a la Canal $83,5 \pm 2,02\%$, Porcentaje Magro $61,2 \pm 4,37\%$, $T^{\circ}C^{45m}$ $37,5 \pm 1,14^{\circ}$, $T^{\circ}C^{2h}$ $34,8 \pm 1,57^{\circ}$, pH^{45m} $6,4 \pm 0,13$ y pH^{2h} $6,1 \pm 0,13$. Los animales criollos mostraron una Edad de $8,2 \pm 4,40$ meses, Peso al Sacrificio $92,7 \pm 20,63$ kg, Rendimiento a la Canal $75,9 \pm 3,32\%$, Porcentaje Magro $55,1 \pm 5,40\%$, $T^{\circ}C^{45m}$ $36,9 \pm 1,10^{\circ}$, $T^{\circ}C^{2h}$ $34,1 \pm 1,51^{\circ}$, pH^{45m} $6,4 \pm 0,10$ y pH^{2h} $6,1 \pm 0,97$. Se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) para el Rendimiento a la Canal y el Porcentaje Magro con respecto a la Edad y CC. Se determinó un 62,9% de canales mestizas muy magras. El 27% de las canales criollas fueron muy magras y 5,4% grasas. Se obtuvo un 87% de canales mestizas normales y un 89% de canales criollas normales, de acuerdo al pH. El Peso al Sacrificio, CC y Edad de los animales mestizos ($R^2 = 15\%$) tienen poca influencia para la estimación del Porcentaje Magro, mientras que la Edad de los criollos ($R^2 = 36\%$) indica una relación predictora baja. La CC y el Peso al Sacrificio del fenotipo mestizo ($R^2 = 36\%$) tienen una relación baja para la estimación del rendimiento a la canal. Existe una excelente relación predictora ($R^2 = 98\%$) entre la CC, Edad y Peso al Sacrificio de los animales mestizos para predecir la $T^{\circ}C^{45m}$ y $T^{\circ}C^{2h}$.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Palabras clave: RENDIMIENTO DE LA CANAL, PORCENTAJE MAGRO, PH, TEMPERATURA POSTMORTEM, PORCINOS CRIOLLOS, FENOTIPO, CONDICIÓN CORPORAL.



ABSTRACT

The pork industry has improved the production parameters in order to increase the profitability and to be more productive. The pork industry has improved the production parameters in order to increase profitability and be more competitive. The objective of this investigation was determined the influence of age, phenotype, sex and weight at slaughter on quality indicators: Carcass Yield, Lean Percentage, Temperature and pH in 457 slaughtered pigs at Azogues abattoir, analyzed by phenotype to 420 mestizos and 37 creoles. The average Age of mestizo pigs was $5 \pm 1,09$ months old, Slaughter Weight $94,2 \pm 19,39$ kg, Carcass Yield $83,5 \pm 2,02\%$, Lean Percentage $61,2 \pm 4,37\%$, $T^{\circ}C^{45m}$ $37,5 \pm 1,14^{\circ}$, $T^{\circ}C^{2h}$ $34,8 \pm 1,57^{\circ}$, pH^{45m} $6,4 \pm 0,13$ y pH^{2h} de $6,1 \pm 0,13$. The average Age in creole pigs was $8,2 \pm 4,40$ months old, Slaughter Weight $92,7 \pm 20,63$ kg, Carcass Yield $75,9 \pm 3,32\%$, Lean Percentage $55,1 \pm 5,40\%$, $T^{\circ}C^{45m}$ $36,9 \pm 1,10^{\circ}$, $T^{\circ}C^{2h}$ $34,1 \pm 1,51^{\circ}$, pH^{45m} $6,4 \pm 0,10$ y pH^{2h} $6,1 \pm 0,97$. Significant statistical differences were found ($P < 0.05$) for Carcass Yield and Lean Percentage about Age and Body Condition. In mestizo pigs we found that the 62,9% of carcasses were very lean; in creole pigs the 27% of carcasses were very lean and the 5,4% of the carcasses was fat. According to pH scale the 87% of pig mestizo carcasses and 89% of creole pig carcasses were normal. Slaughter Weight, Body Condition and the Age in mestizo pigs ($R^2=15\%$) have a little influence at the moment of estimating the Lean Percentage, while the Age of creole pigs ($R^2=36\%$) indicates a low predictive relationship. Body Condition and Weight Slaughter ($R^2=36\%$) have a low relation at estimating carcass yield in mestizo phenotype. There is an



excellent predictor relationship ($R^2 = 98\%$) between the Body Condition, Age and Weight Slaughter of mestizo animals to predict the $T^{\circ}C^{45m}$ and $T^{\circ}C^{2h}$ ($R^2=98\%$).

Keywords: CARCASS YIELD, PERCENTAGE LEAN, PH, TEMPERATURE POSTMORTEM, CREOLE PIG, PHENOTYPE, BODY CONDITION.



CONTENIDO

RESUMEN	2
ABSTRACT	4
AGRADECIMIENTO.....	15
AGRADECIMIENTO.....	16
DEDICATORIA.....	18
1. INTRODUCCIÓN.....	19
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	22
2.1 Producción porcina	22
2.2 Canal porcina.....	22
2.2.1 Composición de la canal.....	22
2.3 Rendimiento de la canal.....	23
2.3.1 Factores que influyen en el rendimiento de la canal.....	23
2.3.2 Rendimientos encontrados de la canal porcina	25
2.4 Calidad de la Canal.....	26
2.4.1 Porcentaje magro.....	27
2.4.2 pH.....	29
2.4.3 Otros factores que influyen en la calidad de la canal.....	34
2.5 Cerdo Criollo en el Ecuador	37
2.6 Determinación de la edad en cerdos (cronometría)	39
3. MATERIALES Y MÉTODOS	42
3.1 Materiales	42
3.1.1 Materiales Biológicos	42
3.1.2 Materiales Físicos.....	42
3.1.3 Materiales de oficina	42
3.2 Métodos	42



3.2.1 Área de estudio.....	42
3.2.2 Metodología	44
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	51
5. CONCLUSIONES.....	72
6. RECOMENDACIONES	73
7. BIBLIOGRAFÍA.....	74
8. ANEXOS	81



LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Distribución de los tejidos grasos (%) en tres especies.....	27
Cuadro 2. Clasificación de la canal porcina por el porcentaje magro.....	28
Cuadro 3. Evolución simultánea de la degradación de glucógeno, formación de ácido láctico de pH tras el sacrificio.	30
Cuadro 4. Relación del contenido de glucógeno muscular con pH y color de la carne.	32
Cuadro 5. Clasificación de las canales en clases de calidad de la carne, basadas en el pH a las 24 horas pos faena.	34
Cuadro 6. Cronología dentaria del porcino basada en "la edad mínima"	41
Cuadro 7. Media y desviación estándar de las variables en estudio de los porcinos fenotipo mestizo y criollo.....	51
Cuadro 8. Porcentaje magro (%) de los porcinos de fenotipo mestizo de acuerdo a la variable edad.	57
Cuadro 9. Porcentaje magro (%) de los porcinos fenotipo mestizo de acuerdo a la variable condición corporal.....	58
Cuadro 10. Porcentaje magro (%) de los porcinos fenotipo criollo de acuerdo a la variable edad.	58
Cuadro 11. Rendimiento a la canal (%) de los porcinos fenotipo mestizo de acuerdo a la variable edad.	59
Cuadro 12. Rendimiento a la canal (%) de los porcinos fenotipo mestizo de acuerdo a la variable condición corporal.	59
Cuadro 13. Rendimiento a la canal (%) de los porcinos fenotipo criollo de acuerdo a la variable edad.	60
Cuadro 14. Rendimiento a la canal (%) en los porcinos fenotipo criollo de acuerdo a la variable condición corporal.	61
Cuadro 15. Clasificación de las canales de los cerdos fenotipo mestizo de acuerdo al porcentaje magro (%).	61
Cuadro 16. Clasificación de las canales de los cerdos fenotipo criollo de acuerdo al porcentaje magro (%).	62



Cuadro 17. Clasificación de las canales del fenotipo mestizo de acuerdo a la temperatura en percentiles.....	63
Cuadro 18. Clasificación de las canales del fenotipo criollo de acuerdo a la temperatura en percentiles.....	63
Cuadro 19. Clasificación de las canales de los porcinos en estudio de acuerdo al pH a las 2 horas (pH ^{2h}) post mortem.....	64
Cuadro 20. R ² ajustado del porcentaje magro (%) del porcino fenotipo mestizo.	66
Cuadro 21. R ² ajustado del porcentaje magro (%) del porcino fenotipo criollo.	67
Cuadro 22. R ² ajustado del rendimiento de la canal (%) del porcino fenotipo mestizo.....	68
Cuadro 23. R ² ajustado del rendimiento de la canal (%) del porcino fenotipo criollo.....	68
Cuadro 24. R ² ajustado de la temperatura de la canal a los 45 minutos post mortem (T°C ^{45m}) del porcino fenotipo mestizo.	69
Cuadro 25. R ² ajustado de la temperatura de la canal a los 45 minutos post mortem (T°C ^{45m}) en los porcinos fenotipo criollo.....	70
Cuadro 26. R ² ajustado de la temperatura de la canal a las 2 horas post mortem (T°C ^{2h}) en los porcinos fenotipo mestizo.....	70
Cuadro 27. R ² ajustado de la temperatura de la canal a las 2 horas post mortem (T°C ^{2h}) en los porcinos fenotipo criollo.....	71



CLÁUSULA DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Elías Bolívar Segarra Zenteno, autor de la tesis "INFLUENCIA DE LA EDAD, FENOTIPO, SEXO Y PESO AL SACRIFICIO SOBRE LOS INDICADORES DE CALIDAD DE LOS PORCINOS FAENADOS EN EL CAMAL DE AZOGUES", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Médico Veterinario Zootecnista. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, 31 de Mayo del 2016

A handwritten signature in blue ink, reading "Elías Segarra Zenteno". The signature is written in a cursive style with a large, stylized 'Z' at the end.

Elías Bolívar Segarra Zenteno

C.I. 0106441702



CLÁUSULA DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Lenin René Salinas Cueva, autor de la tesis **"INFLUENCIA DE LA EDAD, FENOTIPO, SEXO Y PESO AL SACRIFICIO SOBRE LOS INDICADORES DE CALIDAD DE LOS PORCINOS FAENADOS EN EL CAMAL DE AZOGUES"**, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Médico Veterinario Zootecnista. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, 31 de Mayo del 2016

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized 'L' and 'S' followed by 'Cueva'.

Lenin René Salinas Cueva

C.I. 1716579451



CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, Elías Bolívar Segarra Zenteno, autor de la tesis "INFLUENCIA DE LA EDAD, FENOTIPO, SEXO Y PESO AL SACRIFICIO SOBRE LOS INDICADORES DE CALIDAD DE LOS PORCINOS FAENADOS EN EL CAMAL DE AZOGUES", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 31 de Mayo del 2016

A handwritten signature in blue ink, reading "Elías Bolívar Segarra Zenteno".

Elías Bolívar Segarra Zenteno

C.I. 0106441702



CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, Lenin René Salinas Cueva, autor de la tesis “**INFLUENCIA DE LA EDAD, FENOTIPO, SEXO Y PESO AL SACRIFICIO SOBRE LOS INDICADORES DE CALIDAD DE LOS PORCINOS FAENADOS EN EL CAMAL DE AZOGUES**”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 31 de Mayo del 2016

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Lenin R. Salinas Cueva', written over a horizontal line.

Lenin René Salinas Cueva

C.I. 1716579451



EL TRIBUNAL DE TESIS DE GRADO

CERTIFICA

Que el presente trabajo de investigación titulado, **"INFLUENCIA DE LA EDAD, FENOTIPO, SEXO Y PESO AL SACRIFICIO SOBRE LOS INDICADORES DE CALIDAD DE LOS PORCINOS FAENADOS EN EL CAMAL DE AZOGUES"**, realizado por los egresados Elías Bolívar Segarra Zenteno y Lenin René Salinas Cueva, ha sido correctamente revisado, por lo que queda autorizada su presentación.

Cuenca, 31 de mayo del 2016.

Dr. Jhony Narváez. Mg. Sc.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Dr. Luis Ayala. PhD.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dr. Fabián Astudillo. Mg. Sc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



AGRADECIMIENTO

A Dios por guiarme y haber puesto a todas las personas que me apoyaron en el transcurso de mi formación académica.

Agradezco a la Universidad de Cuenca, en especial a la Escuela de Medicina Veterinaria por haber hecho de mí un profesional capaz de apoyar a la sociedad.

Al director de tesis Dr. Gonzalo López por dirigir esta investigación, a todo el grupo que conforma el Camal municipal de Azogues por el apoyo que nos brindaron durante la toma de datos en la parte práctica de la tesis, al Dr. Guillermo Guevara por su colaboración en la parte estadística de la misma.

Por ultimo pero en un lugar de distinción a mis padres y amigos que creyeron en mi persona y me apoyaron incondicionalmente durante mi formación personal y académica. Y decirles que al final del camino todo sacrificio vale la pena.

Elías Segarra



AGRADECIMIENTO

En primer lugar a nuestro Creador y a mis padres por darme la existencia. A la Universidad de Cuenca, en especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, por haberme permitido en sus aulas formarme profesionalmente y a sus docentes que me impartieron sus cátedras.

A nuestro director de tesis, Dr. Gonzalo López, quien confió e hizo posible se lleve a cabo el proyecto de investigación, que estuvo siempre direccionándonos y apoyándonos en la realización del trabajo investigativo.

A los directivos y al personal de planta del Camal de Azogues, por haber hecho posible se realice el trabajo de campo dentro de sus instalaciones, también a los propietarios de los porcinos que nos facilitaron sus animales para realizar la investigación.

Lenin Salinas



DEDICATORIA

A mis padres el Sr. Elías Segarra Morán y la Sra. Mary Zenteno Gómez por todo el apoyo y sacrificio hacia mi persona, que han hecho posible la culminación de mis estudios.

A mis profesores y amigos que aportaron con su granito de arena durante mi vida estudiantil y en el desarrollo de esta tesis.

Elías Segarra



DEDICATORIA

De manera muy especial a mi madre, que aunque no esté físicamente con nosotros, fue la inspiración para iniciar y culminar este proyecto de vida. También a mi padre y hermanos en especial a Jissela y Víctor, que siempre confiaron en mis decisiones y apoyaron incondicionalmente en la difícil, pero gratificante tarea como es la vida universitaria.

Lenin Salinas



1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha incrementado considerablemente la producción y consumo de carne de cerdo en el país, sin embargo; solo el 3% de los productores porcinos cuentan con granjas tecnificadas en manejo, sanidad y mejoramiento genético y el 97% restante corresponde a pequeños y medianos productores con manejo, genética e infraestructura deficiente. Con este antecedente cabe mencionar que en los camales nacionales se faenan diariamente una diversidad de porcinos, los mismos que difieren en calidad y rendimiento, esto a causa de factores como edad, sexo, valor genético, planes sanitarios, nutrición y peso al sacrificio (MAGAP, 2010).

En carnes porcinas, se reconoce actualmente que el criterio de calidad más importante, después del pH, es el contenido de músculo (porcentaje magro). La industria porcina ha conseguido mejorar los parámetros productivos al aumentar el rendimiento de carne magra a través del tiempo, con la finalidad de incrementar la rentabilidad para los productores al pagar por calidad, disminuir los costos de producción debido a alimentación y ser más competitivos (Arana & Centeno, 1999). No obstante, las preocupaciones del sector porcino por encontrar carnes pálidas, suaves y exudativas van en aumento (Londoño, Velásquez & Vélez, 2013).

Por ello, los esquemas de clasificación de las canales porcinas en la actualidad son una herramienta básica para el sector productivo y la administración, ya que permiten la regulación y transparencia de las transacciones comerciales que se



efectúan principalmente por el porcentaje de magro del kilo de carne; cumpliendo con las exigencias del mercado actual (Daumas, 2001).

Sin embargo, en el país, no existen estudios concretos referentes al rendimiento real y calidad de la canal de los animales que se faenan en los diferentes camales, por lo que se viene utilizando valores de referencia tomados de estudios realizados en Europa, Estados Unidos y algunos países de América del Sur, los cuales se alejan completamente de nuestra realidad. Además los porcinos a nivel de granja se comercializan en pie, apreciando el rendimiento y la calidad de la canal de manera subjetiva por valoración visual; por lo que es muy importante para el productor conocer con certeza sobre estos parámetros.

La presente investigación aporta información sobre las prácticas de manejo ante mortem, sacrificio y post mortem que se llevan a cabo en el camal de Azogues, así como los indicadores de eficiencia económica, calidad (porcentaje magro, temperatura y pH) y rendimiento de la canal de los porcinos, permitiendo establecer una base para los productores y comerciantes porcinos que facilitará tomar las medidas correctivas de manejo, nutrición, sanidad, genética y adecuadas técnicas de transporte y faenamiento.

En el presente estudio se planteó lo siguiente:

Objetivo General:

Determinar la influencia de la edad, fenotipo, sexo y peso al sacrificio sobre los indicadores de calidad: rendimiento a la canal, porcentaje de magro, temperatura y pH de las canales de porcinos faenadas en el camal de Azogues.



Objetivos Específicos:

- Determinar el rendimiento a la canal, porcentaje de magro, temperatura y pH de las canales de porcinos faenadas en el camal de Azogues de acuerdo a la edad, fenotipo, sexo, peso al sacrificio y condición corporal.
- Clasificar las canales de acuerdo a los indicadores de calidad: rendimiento a la canal, porcentaje de magro, temperatura y pH de las canales de porcinos faenadas en el camal de Azogues.

Hipótesis: La edad, fenotipo, sexo y el peso al sacrificio influyen en los indicadores de calidad: Porcentaje de magro, pH y Rendimiento de la canal para la clasificación de las canales de los porcinos faenadas en el camal de Azogues.



2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Producción porcina

En el Ecuador existe gran cantidad de productores porcinos, según el MAGAP (2010) indica que la producción porcina está dividida entre un grupo de fincas grandes tecnificadas, con sistemas de producción intensiva, que representan el 3% del total de granjas y el 73% de la población porcina y otro grupo de pequeñas y medianas granjas que corresponden al 97% del total de productores, representando al 27% de los cerdos que se faenan en el país (Vargas, Velázquez, Delgado & Sánchez, 2015).

2.2 Canal porcina

Por definición de la Unión Europea la canal de cerdo (Reglamento 3220/84) es el cuerpo de un cerdo sacrificado, sangrado y eviscerado, entero o dividido por la mitad, sin la lengua, las cerdas, las pezuñas y los órganos genitales, pero con la manteca, los riñones y el diafragma (Trejo, 2011).

2.2.1 Composición de la canal

Según Sañudo y Campo (1997) la valoración cuantitativa de una canal comprende la evaluación de los principales tejidos que lo componen determinando la cantidad y la proporción en la que se encuentran. Desde el punto de vista productivo, está conformada por grasa, músculo y hueso.

En consecuencia, a medida que el animal crece (madura) y aumenta el peso total, el porcentaje de hueso disminuye, la proporción de grasa en la canal



aumenta proporcionalmente y el porcentaje de músculo se mantiene constante (citado por Ramos, 2008).

2.3 Rendimiento de la canal

El rendimiento de la canal es definida como la relación entre el peso de la canal caliente o fría y el peso del animal vivo al momento del sacrificio, expresado en porcentaje (Ramos, 2008).

En el sector agropecuario debe existir una apropiada relación entre la compra de animales y el rendimiento de los mismos al momento de su faenamiento en el camal; esto en ocasiones falla y van desde animales sobrealimentados antes de la venta, falta de pesaje o la compra por apreciación lo que trae como consecuencia que no se correspondan los resultados esperados, causando pérdidas tanto al comerciante como a la industria (García *et al.*, 2012).

2.3.1 Factores que influyen en el rendimiento de la canal

El rendimiento al sacrificio está en relación con el precio recibido por el ganadero. Sobre este porcentaje van a influir una serie de factores intrínsecos como son: genética, edad al sacrificio, alimentación, sexo, condición corporal y factores extrínsecos como tiempo de ayuno (entre 12-18 horas), duración del transporte, peso vivo del animal, peso de la canal caliente y fría (Sánchez, s.f.).

De la misma manera, el sexo (machos, enteros o castrados y hembras) va a influir en diversas variables (consumo voluntario, velocidad de crecimiento, relación entre deposición de grasa y proteína e índice de transformación), todas ellas afectan por tanto al peso final de la canal obtenida (Galían, 2007).



Johnson (1995) menciona que el sexo y el peso de los animales afecta los rendimientos de la canal, mientras que la raza se ha visto que puede influir de manera importante sobre la deposición de grasa tanto intramuscular como de cobertura (citado por Torrescano, Sánchez, González & Camou, 2008).

Diversos estudios realizados sobre la calidad de la canal y de la carne en 4 razas comerciales (Large White, Landrace, Duroc y Pietrain) encontraron que al aumentar el peso de sacrificio (de 90 a 110 kg) existió una tendencia marcada hacia canales con un mayor rendimiento al sacrificio, menor porcentaje de magro y similar porcentaje de despiece (citado por Ramos, 2008).

En cualquier caso, es importante recordar los diferentes pesos y rendimientos que se pueden obtener:

- **Peso Vivo en Granja.** Peso con que el animal sale de la granja al matadero.
- **Peso Vivo al Sacrificio.** Peso en el momento previo al sacrificio tras un ayuno de 12-24 horas.
- **Peso Vivo Vacío.** Peso al sacrificio menos el peso del contenido digestivo.
- **Peso Canal Caliente.** Peso de la canal una vez obtenida y hasta un plazo de 45 minutos.
- **Peso Canal Oreada o Fría.** Peso de la canal una vez aplicada una reducción del 2% del peso de la canal caliente (Sánchez, s.f.).



2.3.2 Rendimientos encontrados de la canal porcina

De acuerdo a Arana y Centeno (1999) la canal porcina rinde más del 75% de su peso vivo por el aparato digestivo poco voluminoso, los cerdos más gordos pueden alcanzar un rendimiento del 85%; pero la demanda está dirigida hacia un animal joven de 100 kg que ofrece entre 75% y 79% de rendimiento a la canal. Según las variables de peso vivo al sacrificio, peso en canal, rendimiento en canal y grasa dorsal no son afectados por el sexo, pero si son afectadas por la edad al sacrificio, además que no alcanzan los estándares citados en la literatura. Los diferentes sistemas de producción están sujetos por factores que van más allá de lo técnicamente recomendado (Vázquez, 2010).

Las canales de cerdo blanco de razas híbridas mejoradas de unos 100 kg de peso vivo tienen un rendimiento de la canal en caliente, con cabeza y sin cabeza, aproximadamente 80% y 75% y en frío del 78% y 73%, respectivamente (García, 1992).

De acuerdo a Galián (2007) (citado por Ramos, 2008) los rendimientos determinados en la canal en cerdos autóctonos españoles estuvieron entre el 75 y 89%, con una variabilidad muy marcada debido a la forma de faenado, edad, peso, sexo y sistema de explotación.

Santos, Trejo y Osorto (2011) en su investigación obtuvo un rendimiento de 77-79,08% en cerdos con un peso vivo entre los 25-45 kg, esto es mayor a otros resultados citados, como es el caso de los cerdos pelones mexicanos de 46 kg (67%), cerdos criollos cubanos de 100 kg (73,5%) y en cerdos comerciales de



114 y 127 kg de peso vivo (70 y 75% respectivamente) y menor al rendimiento encontrado en los cerdos ibéricos sacrificados a los 142,2 kg con el 83,2%; reportando un peso tres veces mayor a lo encontrado.

Según Ramos (2008), los pesos en rendimiento a la canal de los cerdos criollos en etapa de cebo son más bajos en comparación a las razas encontradas en el mercado ecuatoriano, dando un rendimiento a la canal entre 73,13 - 74,23 %, con un peso vivo final de 43,46 y 51,79 kg para cerdos criados en confinamiento y semi confinamiento, respectivamente. En cuanto al sexo entre machos y hembras no hubo diferencias significativas, con un peso vivo final de 47,80 – 47,45 kg y un rendimiento a la canal de 73,76 - 73,59 %, respectivamente.

2.4 Calidad de la Canal

La calidad cárnica es un concepto plural que no tiene una definición única. La importancia de los diferentes aspectos cualitativos difiere en función del segmento de la cadena cárnica que los analice. Para la carne fresca, atributos como el color, la cantidad de grasa, la terneza, jugosidad y sabor son vitales para la decisión y fidelización de la compra. Para la carne procesada, la atención se centra en factores como el pH, la capacidad de retención de agua, estabilidad oxidativa y ausencia de sabores anómalos. La importancia de cada uno de ellos también dependerá de si el destino final del producto elaborado es para cocidos o curados (Coma & Piquer, 1999).



2.4.1 Porcentaje magro

Aparte del rendimiento de la canal y la homogeneidad de los animales, los parámetros básicos de calidad son el porcentaje de magro y la conformación (Daumas, 2001).

Con el uso de instrumentos, el porcentaje de magro de las canales se predice mejor por el espesor de grasa dorsal medida lateralmente (entre 4 y 8 cm de la línea media) que medida en la línea media (Daumas, 2001).

La clasificación instrumental se desarrolló mucho más rápido para los cerdos que para los vacunos u ovinos, porque la capa subcutánea es proporcionalmente más elevada.

Cuadro 1. Distribución de los tejidos grasos (%) en tres especies.

Grasa total (%)	Cerdo	Ovino	Vacuno
Grasa subcutánea	71	46	32
Grasa intermuscular	19	42	52
Grasa perirenal	10	12	16

Fuente: Daumas, 2001.

Se han desarrollado nuevas tecnologías, como la ultrasonografía, que tiene grandes ventajas, ya que puede aplicarse en animales vivos y en canales; además, las mediciones son exactas y permiten predecir la textura final de los tejidos (López & Rubio, 1998).



Con el uso de ecógrafo con sonda convexa, se determina el espesor de la grasa dorsal (Gc) y la profundidad del músculo longissimus dorsi (Mc) a nivel de la décima y undécima costilla a 6 - 7 cm de la línea media (Daumas, 2001).

Se utilizan diferentes ecuaciones para estimar el porcentaje magro de la canal, esto debido a múltiples factores, como: definición de magro, presentación de la canal, punto donde se efectúan las medidas, características de cada subpoblación porcina, etc. En todas ellas es de vital importancia el espesor de la grasa subcutánea (Coma & Piquer, 1999).

Las ecuaciones de predicción a emplear para determinar el porcentaje de magro por sexo son las siguientes (Daumas, 2001):

$$\text{Para hembras: } Y = 60.87 - 0.797 Gc + 0.209 Mc$$

$$\text{Para machos castrados: } Y = 58.44 - 0.953 Gc + 0.304 Mc$$

Cuadro 2. Clasificación de la canal porcina por el porcentaje magro.

Clasificación	% de magro	Interpretación
S	≥ 60	Muy magro
E	55-59	Magro
U	50-54	Poco magro
R	45-49	Poco graso
O	40-44	Graso
P	< 40	Muy graso

Fuente: Daumas, 2001. **Elaborado:** Segarra y Salinas, 2015.



2.4.2 pH

De acuerdo a Alarcón *et al.*, (2006), la medición del pH es considerado un buen indicador de los cambios bioquímicos post mortem que sufre la canal, ya que influye sobre las características de color, terneza, sabor, capacidad de retención de agua y conservación, afectando por lo tanto a las propiedades organolépticas de la carne, calidad higiénica y su aptitud tecnológica para la elaboración de productos cárnicos.

Si el valor de pH se aproxima al punto isoeléctrico de las proteínas (5,0 a 5,1), hay una mínima retención de agua y una mayor decoloración (carne Pálida, Suave y Exudativa). Durante el rigor mortis, ocurre una reducción en el pH muscular de aproximadamente 7,0 – 7,2 a un pH final de 5,6 - 5,8 post mortem (Torrescano *et.al.*, 2008).

El descenso del pH combinado con la alta temperatura muscular causa desnaturalización de la proteína, lo que origina una carne PSE y es considerada como de menor valor por los consumidores y para los procesos industriales.

Algunos de los factores que pueden estar involucradas en el origen del problema, tanto en el manejo pre-sacrificio como en el manejo post-sacrificio, incluyen: genética, sexo, peso, edad, grasa dorsal, ayuno, estación del año, tiempo de transporte, densidad, temperatura y humedad relativa, reposo, aturdimiento y sistema de frío para las canales (Castrillón, Fernández & Restrepo, 2007).

Tras el sacrificio se da una disminución gradual y completa del pH en las carnes consideradas como normales (**Cuadro 3, Figura 1**).



Cuadro 3. Evolución simultánea de la degradación de glucógeno, formación de ácido láctico de pH tras el sacrificio.

Tiempo post-faena (h)	Medidas realizadas en músculo SM		
	Glucógeno (mg/100gr)	Ácido láctico (mg/100gr)	pH
0,5	714	283	6,82
2	596	360	6,67
4	475	438	6,54
8	308	512	6,33
24	82	743	5,94
48	0	819	5,58
72	0	824	5,58
96	0	798	5,6

Fuente: Álvarez, 2002.

La glucólisis post mortem se desarrolla lentamente en condiciones normales, con un descenso del pH más rápido al principio que al final, donde se alcanzan valores de 5,8 o 5,3 en el transcurso de 24 horas. En las carnes PSE, el descenso de pH es muy rápido en los primeros 45 minutos post mortem, alcanzando valores por debajo de 5,8, que tienden a estabilizarse entre la primera y la cuarta hora post mortem (Álvarez, 2002).

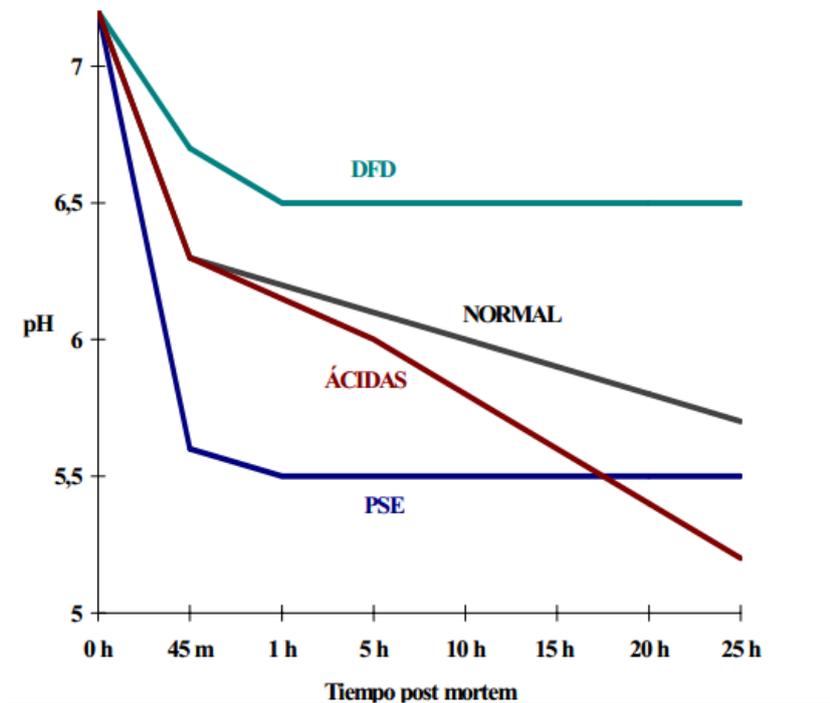


Figura 1. Evolución del pH según la calidad de la carne.

Fuente: Álvarez, 2002.

2.4.2.1 Carnes PSE y DFD

La necesidad de obtener líneas genéticas porcinas con mayor conformación muscular ha traído como consecuencia que éstas sean más susceptibles al estrés y presenten problemas de calidad como la carne pálida, suave y exudativa (PSE) y la carne oscura, firme y seca (DFD) (Castrillón, Fernández & Restrepo, 2007).

La carne PSE es un defecto mayor de calidad asociada con una tasa rápida de glicólisis post-mortem, la cual se caracteriza por una alta tasa de acidificación en la primera hora luego del sacrificio (Castrillón et. al., 2007). En otras ocasiones se obtienen carnes DFD, con un aspecto deteriorado y una vida útil reducida



debido a una disminución insuficiente del pH durante la conversión del músculo en carne (FAO, 2001; Murray, 2000 & Schilling, 2002).

Así pues, la carne DFD ocurre en animales con un estrés prolongado y duro antes del sacrificio. Las carnes PSE ocurre con mayor frecuencia en animales que tengan predisposición genética al síndrome de estrés porcino (PSS) (Coma & Piquer, 1999).

Cuadro 4. Relación del contenido de glucógeno muscular con pH y color de la carne.

Color muscular	Glucógeno muscular (%)		Producción de Lactato	pH final
	Sacrificio	A las 24 h		
Normal	0,6	0,1	Alto	5,6
Oscuro (DFD)	0,3	0,1	Bajo	6,0 – 6,5
Pálido (PSE)	1,0	0,1	Muy alto	5,1

Fuente: Coma y Piquer, 1999.

Hofmann (1988), Diestre (1991), Barton-Gade (1991), Kanda et. al. (1992) y Novelli et. al. (1993) coinciden al reconocer que la medida de pH^{45m} es la más apropiada para clasificar carnes PSE, así como los registros de pH^{24h}, para identificar carnes DFD (citado por Álvarez, 2002).

2.4.2.2 Clasificación de las canales basadas en el pH a las 24 horas

Es muy importante para clasificar las canales por calidad del músculo desde un punto de vista práctico para la industria, la posibilidad de utilizar medidas tempranas de pH que se relacionen con las mediciones a 24 horas (Van Laak



et al., 1995 & Kauffman et al., 1993); ya que permite identificar mejor las canales que desarrollan tardíamente la condición PSE o RSE (Lee et al., 2000).

Cuando el pH permanece alto la estructura proteica es más cerrada y el agua no sale de las fibras musculares, esto impide la salazón, los productos tienen una vida útil más corta por el elevado pH, aunque rinden bien a la cocción. Esto se conoce como carnes DFD (Dark, Firm, Dry) (Gariépy, 1996).

Estas alteraciones en la calidad del músculo se presentan en diferentes grados y las carnes afectadas no siempre son claramente diferenciables de las normales. Aparece así una categoría intermedia de carnes que tienen un color rojizo-rosado, pero que son blandas y exudativas, denominadas carnes RSE (Reddish-pink, soft and exudative), que no es fácil de diferenciar de la carne normal o RFN (Reddish-pink, firm and non-exudative) por la mayoría de los métodos químicos o físicos (Lee, et al., 2000). Por ello es necesario efectuar mediciones instrumentales para determinar la aptitud de uso.

Resumiendo, de acuerdo a Van Laak et al., (1995) y Kauffman et al. (1993) (citado por Echevarría et.al., 2008), las carnes porcinas se pueden separar actualmente en cuatro clases por su calidad, basadas principalmente en la capacidad de retención de agua y su color: PSE, RSE, RFN y DFD.



Cuadro 5. Clasificación de las canales en clases de calidad de la carne, basadas en el pH a las 24 horas pos faena.

Clases de calidad	Rango de pH
PSE	< 5,60
RSE	5,60 – 5,70
RFN	5,71 – 6,2
DFD	≥ 6,20

Fuente: Van Laak et al., 1995 y Kauffman et al., 1993.

2.4.3 Otros factores que influyen en la calidad de la canal

2.4.3.1 Genética

Los efectos de la genética sobre la calidad de la carne han sido revisados ampliamente en varios estudios (Sellier y Monin, 1994; Hermesch, 1997 & deVries et al., 1999). Simplificando, se podría decir que la predisposición genética al síndrome del estrés porcino (PSS) depende en gran parte de la presencia del gen del halotano (HAL) y del gen Rendement Napole (RN).

El gen del halotano asociado a la hipertrofia muscular, es responsable de las diferencias en el tipo y metabolismo de las fibras musculares que provocan una mala adaptación del animal a situaciones de estrés, produciendo una mayor liberación de calcio desde los retículos sarcoplásmicos. A la vez, la hipertrofia muscular propia del gen halotano se asocia a un mayor porcentaje de fibras. El metabolismo glucolítico de estas fibras, junto al sobre estímulo de la contracción muscular, resulta en carnes PSE (Sellier & Monin, 1994).



No se observan diferencias en el pH final, sino en el pH a los 45 minutos, ya que el factor más importante es la velocidad de caída de pH. Esta mutación se encuentra presente en las líneas de machos terminales de buena conformación, siendo bastante frecuente el homocigoto recesivo en razas como Pietrain y Landrace Belga (Hermesch, 1997 & deVries et al., 1999).

El alelo dominante del gen RN es responsable del menor valor tecnológico de cierta carne debido a una menor concentración proteica de la carne y mayor contenido de glucógeno en músculo (>70% que el contenido normal). Este alto potencial glucolítico resulta en un pH final muy bajo. La menor concentración proteica, junto a la desnaturalización por pH resulta en carne con muy poca capacidad de retención de agua (Ellis et al., 1997).

Cualquier tratamiento anterior al sacrificio (durante el engorde de los animales en granja, alimentación, manejo, método de carga, transporte, método de aturdimiento) que tenga una incidencia en las reservas energéticas de los músculos en el momento del sacrificio puede ser determinante en calidad de la carne (López Bote et al., 1999).

La mayor incidencia de lesiones traumáticas en las canales puede llevar al decomiso parcial o total de las mismas y está relacionada directamente con el transporte. El perjuicio económico es considerable, ya que frecuentemente se ven afectadas las partes de mayor valor comercial (Guedeja Marrón et al., 2008).

2.4.3.2 Ayuno previo al sacrificio

El periodo de ayuno más adecuado está sujeto a controversia y existen ciertas variaciones en función de los autores consultados (Faucitano, 2000). Con



carácter general, el ayuno no debe ser inferior a las 12 horas ni superior a las 24 horas, ya que a partir de entonces se produce una pérdida de peso de unos 100 gramos/hora sin que existan efectos beneficiosos ulteriores (Chevillon, 2000). Sin embargo, los periodos mínimos de ayuno recomendados oscilan fuertemente, entre las 5 y las 22 horas.

Todo indica que un ayuno de 10 horas es económicamente beneficioso, ya que el alimento ingerido durante este periodo no llega a ser asimilado y transformado en una ganancia de peso de la canal (Faucitano, 2000).

2.4.3.3 La estabulación antes del sacrificio

El descanso de los animales después del transporte y antes de su sacrificio es un punto esencial para prevenir el estrés, permitiéndoles alcanzar un estado basal de agitación, para evitar la aparición de carnes PSE. El plazo de descanso recomendado oscila entre 1 y 3 horas (FAO, 2001), considerándose en general que un periodo de 2-3 horas constituye una solución de compromiso entre el bienestar animal, la calidad de la carne y la gestión del matadero (Faucitano, 2000).

En cerdos con genotipos sensibles al estrés un reposo previo al sacrificio de 2-3 horas es prácticamente imprescindible, sin que un descanso de 5 horas produzca mejoras ulteriores. Descansos muy prolongados, hasta 16 horas, se ha comprobado que no lleva a mejoras significativas de la calidad de la carne (Stalder et al., 1998).

Sin embargo, en condiciones normales la falta de reposo previo al sacrificio incrementa la proporción de carnes PSE hasta niveles de un 40-63%. Además,



los cerdos que no han descansado tras el transporte son más reacios a moverse y precisan de un manejo más enérgico. Por otro lado, también se consiguen incrementos en la proporción de carnes PSE cuando se interrumpe el descanso nocturno de los cerdos para conducirlos al aturdidor; mientras que una estabulación excesivamente larga (superior a 24 horas) conduce a un aumento en la proporción de carnes DFD y más daños cutáneos a causa de luchas, especialmente en lotes grandes (Faucitano, 2000).

2.5 Cerdo Criollo en el Ecuador

De acuerdo al III Censo Nacional, la granja porcina está compuesta por un total de 1 527 114 cerdos, distribuidos en 440 474 UPAs, conformada por el 79% de cerdos criollos, 19% de animales mestizos y apenas el 2% son razas puras. De los cuales, de acuerdo a la FAO (2000) entre el 3 y 5% son animales “criollos puros” descendientes de los porcinos Ibéricos; encontrando estos genotipos en el centro y sur del país como runas, yungas, criollos (citado por Benítez Ortiz, 2009) y el restante son animales mestizos con características similares al criollo puro (Falconi Velasco & Paredes Barros, 2011).

El fenotipo del cerdo con sistema tradicional puede ser caracterizado como un animal de mediano tamaño en relación con la edad, de variada coloración pero con predominio del color negro, de contextura frágil, con las extremidades posteriores más altas que las anteriores y tórax estrecho, son animales tendientes a engrasar (FAO, 2000).



Los animales de engorde en la región sierra ecuatoriana alcanzan 70,5 (machos) y 57,8 kg (hembras) a una edad de 13,5 y 8,5 meses de edad, respectivamente. Generalmente y dadas las costumbres alimenticias del país, los animales preferidos son de tipo graso, pues de ello dependerá la buena calidad de las frituras que se sirven como platos tradicionales. Los pesos promedios a nivel nacional de estos animales son de 90,7 kg para los machos y de 79,5 kg para las hembras (Benítez Ortíz, 2009).

El cerdo descendiente de la raza Ibérica Negra Lampiña posee un tamaño mediano, cabeza alargada que termina en un hocico pronunciado y estrecho, cuello largo fino y poco musculoso, tórax estrecho, costillas aplanadas, pelvis larga y descendida, jamones aplanados, pezuñas largas, negras y muy sólidas, piel oscura gruesa, rugosa y pegada a la musculatura, pelaje escaso, lacio y color negro, carácter nervioso y agresivo, fenotipo fino con apófisis salientes; esqueleto ligero, prominente y resistente y propensa a engrasar fácilmente. Se han encontrado también otros fenotipos que tienen un tamaño mayor, pelaje abundante largo y rizado con tonalidades múltiples predominando el negro con mayor tendencia cárnica (Linares, Linares & Mendoza, 2011).

Ejemplares de estos ancestrales ibéricos han perdurado en las provincias de Loja, Carchi, Bolívar, Manabí. En todos los casos estos animales disponen de una enorme resistencia a los desequilibrios alimenticios, a las enfermedades y a las variadas condiciones climáticas (Benítez Ortíz, 2009).

Yépez (2006) indica que los cerdos mestizos presentan mejores medidas morfométricas que los cerdos criollos, con excepción de la variable anchura de



cabeza que resulta ser no significativa entre los dos grupos. En la evaluación de los índices morfométricos entre criollos y mestizos, los cerdos criollos presentan mayor índice torácico, pelviano y de proporcionalidad, en cambio los animales mestizos presentan mayor índice corporal y la profundidad relativa de pecho (citado por Falconi Velasco & Paredes Barros, 2011).

2.6 Determinación de la edad en cerdos (cronometría)

El peso en relación con la edad y la erupción de los dientes son los factores determinantes de la precocidad, aspecto muy importante en la compra de cerdos.

En esta especie hay que mantener una revisión constante y precisa de la cronometría dental, ya que como se ha expresado varía con la precocidad, carácter que está en constante evolución en los porcinos, por la corta duración de su ciclo productivo (UNNE, 2013).

La fórmula dentaria del suino es:

Decidua: $2 (DI\ 3/3, DC\ 1/1, DPM\ 4/4) = 32$ dientes.

Permanente: $2 (I\ 3/3, C\ 1/1, PM\ 4/4, M\ 3/3) = 44$ dientes (Gélvez, 2015).

La determinación de la edad aproximada se basa en la aparición y sustitución de los incisivos (pinzas, extremos y medianos), ya que apoyarse en la caída puede ser un problema, ya que puede ocurrir por otras causas antes de lo previsto.

Basarse en el aplanamiento de los dientes ofrece un mínimo de seguridad ya que es difícil precisar el uso de los dientes por la gran variante en alimentación.



Por el número total de dientes, no es seguro, además es peligrosa la revisión de los molares, que se encuentran muy al fondo de la arcada dental (UNNE, 2011).

A continuación se desarrolla una tabla basada en "la edad mínima", para estimar la edad de los suinos.



Cuadro 6. Cronología dentaria del porcino basada en "la edad mínima"

Edad	Características dentarias
Al nacer	8 dientes de leche; 4 extremos y 4 caninos.
6-8 días	Aparecen los cuatro molares de leche.
10 días	Aparecen las pinzas de leche, inferiores primero.
18-20 días	Aparecen los terceros molares de leche.
25-30 días	Aparecen los segundos molares de leche inferiores.
35-40 días	Aparecen los segundos molares de leche superiores.
60-70 días	Aparecen los medianos de leche inferiores.
75-90 días	Aparecen los medianos de leche superiores.
90 días	Todos los incisivos y caninos de leche presentes.
4-5 meses	Medianos de leche casi intactos, pinzas, extremos y caninos de leche, muy usados extremos y caninos ennegrecidos.
5 meses	Erupción del diente de lobo (sobrediente).
6 meses	Aparecen los terceros molares. El cerdo tiene 18 dientes en la arcada inferior.
7 meses	Erupción de los extremos permanentes. Los inferiores salen primero,
8 meses	Extremos permanentes bien salidos.
9 meses	Erupción de los caninos permanentes. Aparecen los segundos molares.
10 meses	Caninos de leche bien salidos.
11 meses	Pinzas de leche totalmente niveladas.
12 meses	Pinzas inferiores permanentes en erupción y o salidas.
15 meses	Incisivos medianos permanentes.
18 meses	Primer molar.

Fuente: UNNE, 2011.



3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales

3.1.1 Materiales Biológicos

- Porcinos

3.1.2 Materiales Físicos

- Báscula Electrónica
- Báscula de gancho
- Ecógrafo
- pH metro
- Termómetro
- Botas
- Overol

3.1.3 Materiales de oficina

- Libreta de campo, esferos, lápices, etc.
- Calculadora
- Computadora
- Hojas de campo
- Cámara fotográfica

3.2 Métodos

3.2.1 Área de estudio

3.2.1.1 Ubicación política-geográfica

La presente investigación se realizó en el camal municipal de la ciudad de Azogues, perteneciente al cantón Azogues, provincia de Cañar. De acuerdo al INAMHI el cantón Azogues se encuentra a 2474 msnm, en la latitud 7° 39' 50" S, longitud 96° 97' 150" W; se caracteriza por presentar temperaturas entre 15-20°C, una humedad de 74,51% y una precipitación pluvial anual de 749,61mm (citado por Allaico & Jimenez, 2009).



Figura 2. División política territorial de la provincia de Cañar.

Fuente: Ilustre Municipalidad del cantón Azogues, 2010.

3.2.1.2 Caracterización de los principales aspectos socio-económicos

El cantón Azogues cuenta con una población de 70.064 habitantes. La principal actividad económica del cantón es la agricultura y ganadería (25%), seguida del comercio (14%), la industria manufacturera (13%) y en menor porcentaje la construcción, enseñanza, etc. (INEC 2010). La pequeña y mediana empresa,



como la agroindustrial y el turismo, tienen un significativo espacio en la economía del cantón (Espinoza, 2014).

3.2.2 Metodología

3.2.2.1 Determinación del universo

En los registros del camal de Azogues se pudo determinar que se faenan 3500 cerdos anualmente (Camal Municipal de Azogues, 2014).

3.2.2.2 Muestreo

En el presente estudio descriptivo observacional, al tratarse de una población finita, la muestra en estudio se determinó a través de la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 p * q}$$

Donde:

N = Total de la población (3500).

Z² = 1,96² (si el grado de confiabilidad es del 96%)

p = proporción esperada (en este caso 50% = 0,5)

q = 1 – p (en este caso 1-0,5 = 0,5)

d = precisión (en este caso se establecerá un 4%) (Webster, 2001).

Se obtuvo una muestra de 513 animales, se realizó el cálculo con un 4% de error de estimación y una proporción esperada del 50%, ya que en el presente estudio se esperaba un porcentaje magro del 50% (Daumas, 2001).

3.2.2.3 Variables



Se evaluó el rendimiento y la calidad de la canal (porcentaje magro, temperatura y pH) como variables cuantitativas, considerando como variables influyentes a la edad, fenotipo, sexo y peso al sacrificio.

Variables independientes

- Edad
- Fenotipo
- Sexo
- Peso al sacrificio
- Condición Corporal

Variables dependientes

- Rendimiento de la canal
- Porcentaje de magro
- Temperatura: $T^{\circ}C^{45m}$ y $T^{\circ}C^{2h}$
- pH: pH^{45m} y pH^{2h}

3.2.2.4 Recopilación de información

Para la toma de información sobre los animales faenados se diseñó una hoja de campo (**Anexo 1**), la que está conformada por las siguientes variables: identificación, edad, fenotipo, sexo, condición corporal, peso al sacrificio, peso de la canal en caliente, espesor de la grasa dorsal, profundidad del lomo, temperatura y pH a los 45 minutos y a las 2 horas pos faena.



1. Previo al sacrificio de los animales se identificaron y se asignaron un código independiente al utilizado en el camal, se anotó el número de caso, sexo y fenotipo, éste último por apreciación visual (**Anexo 2, 30 y 31**).
2. Mediante una báscula electrónica de plataforma se tomó el peso vivo de los animales que tenían un descanso mínimo de 6 horas (**Anexo 29**). Se estudiaron todos los porcinos que ingresaron al camal, excepto aquellos que llegaron muertos.
3. Posteriormente los animales fueron llevados a la sala de aturdimiento, donde se bañaron y electrocutaron, para proceder al desangrado, escaldado y eviscerado (**Anexo 35**).
4. Luego del eviscerado se determinó la edad mediante cronología dentaria por apreciación visual (**Anexo 36**). Se esperó 45 minutos para proceder al pesaje de la canal caliente con una báscula electrónica de gancho existente en el camal (**Anexo 37**).
5. Para determinar el porcentaje de magro, se midió el espesor de la grasa dorsal (Gc) y la profundidad del músculo longissimus dorsi (Mc) a nivel de la décima y undécima costilla, a 6 - 7 cm de la línea media (Daumas, 2001), mediante ultrasonografía con sonda lineal (López & Rubio, 1998) (**Anexo 38**).
6. Se utilizó un ecógrafo de marca Mindray de alta resolución con sonda lineal, de propiedad de la Facultad de Ciencias Agropecuarias para medir el espesor de la grasa dorsal y la profundidad del musculo longissimus dorsi; en la zona de medición se aplicó una capa de gel para mejorar la calidad de imagen, las mediciones se la realizó en milímetros. Para medir



- la grasa dorsal, se tomaron en cuenta las tres capas, incluida la piel, ésta última se descontó al momento de procesar los datos en el programa SPSS.
7. El registro de medida del pH conjuntamente con la temperatura, se efectuaron a los 45 minutos ($\text{pH}^{45\text{m}}$ y $\text{T}^{\circ}\text{C}^{45\text{m}}$) y a las 2 horas ($\text{pH}^{2\text{h}}$ y $\text{T}^{\circ}\text{C}^{2\text{h}}$) del eviscerado de la canal con el pH-metro y termómetro digital.
 8. La temperatura se valoró en la cara ventral del musculo longissimus a nivel de la 10° costilla, para lo cual se introdujo el termómetro aproximadamente 8 centímetros, se esperó un minuto, tras lo cual se tomó lectura (**Anexo 40**).
 9. El pH se valoró en el músculo semimembranoso, para el efecto se realizó un corte de 3 centímetros de profundidad aproximadamente en la cara medial del muslo, posteriormente se puso en contacto el electrodo del pH-metro dejando transcurrir 2 minutos hasta que se estabilice el valor y proceder a tomar la lectura (Daumas, 2001). Este procedimiento se repitió a las 2 horas de eviscerado los animales (**Anexo 41**).

3.2.2.5 Procesamiento de datos y pruebas estadísticas

La sistematización de datos se lo realizará en el programa estadístico Microsoft Excel. Considerando lo siguiente:

- Rendimiento de la canal. Se obtuvo del cociente entre el peso de la canal caliente a los 45 minutos y el peso previo al sacrificio de los animales con un ayuno mínimo de 6 horas, multiplicado por cien (Sánchez Rodríguez, s.f.).



- Porcentaje magro. Para determinar el porcentaje de magro por sexo, se emplearon las siguientes ecuaciones de predicción, que emplean medidas objetivas, como el espesor de la grasa dorsal y la profundidad del musculo longissimus dorsi para una mejor estimación (Daumas, 2001):

$$\text{Para hembras: } Y = 60.87 - 0.797 Gc + 0.209 Mc$$

$$\text{Para machos castrados: } Y = 58.44 - 0.953 Gc + 0.304 Mc$$

- Se aplicó las normas SEUROP, que se encuentra en el reglamento UE 1308/2013, para establecer las clases comerciales en base al contenido magro de la canal (Daumas, 2001).
- Para la clasificación de la canal en clases de calidad de la carne se adaptó a la clasificación sugerida por van Laak et al., (1995) y Kauffman, et al., (1993), basadas en el pH a las 24 horas pos faena (citado por Echevarría et.al., 2008).

El procesamiento de datos se realizó a través del Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS).

- Se aplicó la prueba no paramétrica de Kolmogorov-Smirnov, para evaluar si los datos obtenidos siguen una distribución normal. Al comprobar que las variables no se ajustaban a los criterios paramétricos, se procedió a homogenizar los datos.
- Tras eliminar los datos atípicos se redujo la muestra a 457 casos, analizando por fenotipo a 420 animales mestizos y 37 criollos.



- Por medio de la estadística descriptiva, se determinó la media muestral (\bar{x}), proporción muestral (\hat{p}), desviación estándar (DS) y valores máximos y mínimos para las variables: edad, peso al sacrificio, rendimiento de la canal, porcentaje magro, temperatura ($T^{\circ}C^{45m}$ y $T^{\circ}C^{2h}$) y pH (pH^{45m} y pH^{2h}) de la canal a los 45 minutos y 2 horas pos faena, para cada fenotipo (mestizo y criollo).
- Se obtuvieron las frecuencias y porcentajes de animales mestizos y criollos en estudio para las siguientes variables: edad, condición corporal, sexo, pH^{45m} y pH^{2h} .
- Se aplicó la técnica del ANOVA al 5% de significancia, para comprobar la existencia de diferencias significativas estadísticamente. En el fenotipo mestizo se comparó las siguientes variables: porcentaje magro de acuerdo a edad y condición corporal, rendimiento de la canal de acuerdo a edad y condición corporal y la temperatura ($T^{\circ}C^{45m}$ y $T^{\circ}C^{2h}$) de acuerdo a edad y condición corporal. En el fenotipo criollo: porcentaje magro de acuerdo a edad y el rendimiento a la canal de acuerdo a edad y condición corporal.
- Se aplicaron percentiles para describir las medidas de posición en las variable temperatura ($T^{\circ}C^{45m}$ y $T^{\circ}C^{2h}$) de la canal, para cada fenotipo.
- Mediante el R^2 ajustado, se comprobó el grado de determinación entre las variables predictores y la variable dependiente; explicando de esta manera a las variables: rendimiento a la canal, porcentaje magro, $T^{\circ}C^{45m}$ y $T^{\circ}C^{2h}$ de acuerdo a cada fenotipo. Se aplicaron los



coeficientes estandarizados y no estandarizados para indicar la importancia de cada predictor en el modelo.

- A continuación se presentan únicamente aquellos resultados en las que se encontró asociaciones lineales y diferencias significativas.



4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuadro 7. Media y desviación estándar de las variables en estudio de los porcinos fenotipo mestizo y criollo.

Variables	Mestizo	Criollo
Edad (meses)	5,0 ± 1,09	8,2 ± 4,4
Peso al sacrificio (Kg)	94,2 ± 19,39	92,7 ± 20,63
Rendimiento a la canal (%)	83,5 ± 2,02	75,9 ± 3,32
Porcentaje magro (%)	61,2 ± 4,37	55,1 ± 5,40
T°C ^{45m}	37,5 ± 1,14	36,9 ± 1,10
T°C ^{2h}	34,8 ± 1,57	34,1 ± 1,51
pH ^{45m}	6,4 ± 0,13	6,4 ± 0,10
pH ^{2h}	6,1 ± 0,13	6,1 ± 0,97

Los animales mestizos presentaron una edad media de 5±1,09 meses, con un **peso al sacrificio** de 94,2±19,39 kg, esto está dentro de los promedios europeos mencionados por MAPA (2004), que varían de 63 kg en Portugal a 169 kg en Bélgica. Según Galián (2007) los cerdos sacrificados en Europa son mayoritariamente cerdos que provienen de cruces comerciales, (Ramos, 2008). Los animales criollos tuvieron una edad de 8,2±4,40 meses, con un **peso al sacrificio** de 92,7±20,63 kg.

Los animales mestizos alcanzaron **rendimientos a la canal** de 83,5±2,02%. Los animales criollos alcanzaron rendimientos a la canal de 75,9±3,32%. Weatherup et al., (1998) obtuvieron rendimientos de 75,6, 75,3, 77,1 y 77,5% en animales con mayores pesos al presente trabajo, 102, 103, 114 y 125 kg de peso vivo, respectivamente (Medel & Fuentetaja, 2004).



El estudio de Verdezoto, (2009) nos indica rendimientos a la canal inferiores a lo encontrado, 73% y 70%, en animales castrados quirúrgicamente e inmunocastrados, respectivamente, estos tuvieron altos pesos al sacrificio ($117,35 \pm 12,8$ kg) con una edad de 176 días.

El **rendimiento a la canal** del fenotipo criollo, $75,9 \pm 3,32\%$, es superior a lo determinado por Ramos (2008) en cerdos criollos peruanos, que obtuvieron pesos vivos de $35,4 \pm 8,3$ kg y $56,2 \pm 8,3\%$ de porcentaje medio de la canal. De la misma manera a lo reportado para cerdos pelones mexicanos de 46 kg (67,0%) y para cerdos criollos cubanos de 100 kg de peso (73,5%) o el reportado para cerdos comerciales de 114 y 127 kg de peso vivo (70,0 y 75,0%, respectivamente). No obstante en otro estudio desarrollado en cerdos ibéricos sacrificados con pesos superiores al presente trabajo, 142,2 kg de peso vivo se encontró un rendimiento mayor, 83,2% (Santos, Trejo & Osorto, 2011).

En el estudio de Pelaez (2012) realizado en cerdos criollos negros, desarrollada en la provincia de los Ríos, Ecuador, en dos sistemas productivos, en confinamiento (traspatio) y semiconfinamiento, se encontró un peso vivo final de 51,79 y 43,46 Kg, respectivamente, a los 230 y 240 días de edad. Los mismos alcanzaron 73,13 y 74,23% de **rendimiento a la canal** a los 45 minutos post mortem. Se observa que los pesos finales y rendimientos de los animales a faenados en el camal de Azogues son superiores a lo descrito, sin embargo la edad de los animales es similar.

Benitez y Sánchez (2001) mencionan que según datos de la FAO en países como Guatemala y Ecuador los pesos medios de la canal porcina son de 32 y 45



kg, respectivamente. Por otra parte Scarpa et al. (2003) y Mora et al. (2005) encontraron pesos vivos similares para cerdos nativos de 6 o más meses de edad. Esto se asocia a factores de manejo, sanidad y nutrición deficientes, característicos de un sistema de traspatio con economía de subsistencia.

Cabe indicar que en el camal de Azogues, las canales porcinas se pesan calientes, es decir antes de las dos horas de eviscerado y éstas incluyen la lengua, glotis y parte de la tráquea que representan el 1% del peso de la canal según Camilo, Y. et. al. (2014). Los altos rendimientos a la canal se atribuyen también al prolongado tiempo de ayuno que es superior a las 24 horas, en este lapso el cerdo pierde un 5% de su peso vivo (fundamentalmente contenido intestinal) y 1% de su peso en canal aproximadamente. En 48 horas pierde alrededor del 7% del peso vivo y el 2 % del peso canal (Moreno, 2014).

El rendimiento de la canal aumenta con la edad de sacrificio, ya que disminuye la importancia relativa de las vísceras (Medel & Fuentetaja, 2004) y este aumento de edad provoca el incremento de la grasa dorsal. Diéguez et al., (1995) y Chiba et al., (2002), mencionan que el desarrollo de las vísceras en los cerdos depende de factores como el genotipo, la ingesta de alimento, las condiciones ambientales, el sexo o el peso/edad (citado por Ramos, 2008).

El **porcentaje magro** de las canales de los animales mestizos fue de $61,2 \pm 4,37\%$, y de las canales criollas fue de $55,1 \pm 5,40\%$. Sin embargo, éste último es similar al trabajo de Álvarez (2002) con $55,74 \pm 3,47\%$ y con el 56-58% obtenido por Gispert et al., (2000).



En la investigación realizada por Colina, Jerez, Araque y Rico (2010) en la Habana, Cuba, en cerdos en crecimiento cruce de las razas Yorkshire x Landrace, alimentados con harina de bactris 25% y lisina sintética 0,27%, se encontró un **porcentaje magro** superior, 65,94% y 66,24%, con unos **pesos vivos** de 64,38 kg y 61,92 kg, **rendimiento a la canal** de 70,44% y 70,53%, respectivamente y una **edad** promedio de 109 días, inferiores a los porcinos evaluados.

Tradicionalmente altos pesos de sacrificio se han relacionado con una reducción en la eficiencia de transformación del alimento, debido a un aumento del porcentaje de grasa a partir de los 100 kg de peso vivo, pese a ello en la actualidad utilizan líneas genéticas que depositan menos grasa y son más magros (Medel & Fuentetaja, 2004). Por lo que al decidir alargar la fase de cebo es importante tomar en cuenta otros factores que afectan al resultado económico de las explotaciones o empresas dedicadas a la producción porcina (Álvarez, 2002).

La temperatura corporal (37°C) de los cerdos se debe bajar lo más pronto posible una vez eviscerado; los cambios bioquímicos que ocurren posterior al desangrado y eviscerado serán determinantes en la calidad de la carne. Las canales de los animales mestizos registraron una $T^{\circ}C^{45m}$ de $37,5 \pm 1,14^{\circ}$; $T^{\circ}C^{2h}$ de $34,8 \pm 1,57^{\circ}$ y las canales criollas una $T^{\circ}C^{45m}$ de $36,9 \pm 1,10^{\circ}$; $T^{\circ}C^{2h}$ de $34,1 \pm 1,51^{\circ}$.

Según Alarcón *et al.*, (2006), la **temperatura de la canal** pudiera estar relacionada con el escaldado (agua a temperatura de 58 a 60 °C durante 7



minutos), debido a que en ese paso del proceso hay calentamiento, por lo que sugiere una atención específica en el escaldado y el manejo ante mortem, ya que el tiempo prolongado de escalde disminuyó la calidad de la carne. De la misma manera, canales con mayores rendimientos a la canal tienen mayor cantidad de tejido por enfriar, por lo que pierden menos calor por unidad de tiempo.

Se observa que a las 2 horas de oreo, existe un descenso aproximado de 2,5°. Es importante retirar las canales inmediatamente de las zonas de preparación e introducir en salas de pre-enfriamiento, a una temperatura no inferior a 10 °C, para evitar una contracción brusca que se traducirá en carne muy dura. Posterior a esto, las carnes son sometidas a refrigeración propiamente dicha a temperaturas entre 1 y 7°, alcanzando a las 24h una temperatura interior entre 3 y 7° (Novelo *et.al.*, 2008).

De la misma forma se obtuvo en las canales mestizas un $\text{pH}^{45\text{m}}$ de $6,4 \pm 0,13$ y un $\text{pH}^{2\text{h}}$ de $6,1 \pm 0,13$. De las canales criollas un $\text{pH}^{45\text{m}}$ de $6,4 \pm 0,10$ y un $\text{pH}^{2\text{h}}$ de $6,1 \pm 0,97$. El pH de la canal se encuentra en íntima relación con la temperatura de la canal para determinar el tipo de carnes a obtener.

Para Castrillón, Fernández y Restrepo (2007) las carnes normales tienen un $\text{pH}^{45\text{m}}$ entre 5,9 y 6,2. Es importante considerar el descenso del pH que ocurre durante la primera hora post mortem que al final ($\text{pH}^{24\text{h}}$), ya que el rápido descenso del pH y la glicólisis, que está condicionada por las altas **temperaturas** de la canal, provocan la presentación de carnes PSE.



Los valores de $\text{pH}^{45\text{m}}$ se encuentran dentro de lo considerado normal, de acuerdo a Kanda y col. (1992), una carne normal debe tener un $\text{pH}^{45\text{m}}$ de 6,44 y $\text{pH}^{24\text{h}}$ de 5,57. Según Álvarez (2002), la tasa normal de caída del pH es de 0,01 unidades por minuto, alcanzando un $\text{pH}^{30\text{m}}$ de 6,82 y un $\text{pH}^{2\text{h}}$ de 6,67; hasta alcanzar el rigor mortis a los 150 minutos luego del sacrificio; sin embargo esto es superior a lo registrado.

Pelaez, (2012) encontró valores de $\text{pH}^{45\text{m}}$ inferiores a la media encontrada, medidos en el músculo "*longissimus lumbarum*", de 6,24 en el lote de confinamiento y 6,34 para el lote en semi confinamiento en cerdos criollos negros.

En un estudio realizado por Alarcón, Gamboa, Rodríguez, Grado & Janacua (2006) con insensibilización grupal de porcinos se encontró una $\text{T}^{\circ}\text{C}^{45\text{m}}$ de $36,83 \pm 0,11$ y $\text{pH}^{45\text{m}}$ de $6,43 \pm 0,02$, semejante al resultado obtenido y una $\text{T}^{\circ}\text{C}^{24\text{h}}$ de $10,58 \pm 0,14^{\circ}$ y $\text{pH}^{24\text{h}}$ de $5,73 \pm 0,02$; concluyeron que la calidad fisicoquímica de la carne se mejoró con esta forma de insensibilización, pues presentan menor pérdida de agua por goteo, mayor $\text{pH}^{45\text{m}}$, menor $\text{T}^{\circ}\text{C}^{24\text{h}}$ y menor conductividad eléctrica a las 2 y 24 h post mortem. El aumento de la **temperatura corporal** ocasionado por el estrés acelera la caída del pH muscular después de la muerte, incrementando la desnaturalización de proteínas del músculo, y dando lugar a la presencia de carne con el defecto de PSE.

Oliván et al. (2003), Hambrecht (2004) y Monsón et al. (2004) coinciden que parámetros como el sexo, la edad y el peso al sacrificio no tienen efecto sobre el pH final de la carne, mientras que la raza, el sistema de aturdimiento y el tiempo



de maduración de la carne, influyen en los valores finales del pH (citado por Ramos, 2008).

Cuadro 8. Porcentaje magro (%) de los porcinos de fenotipo mestizo de acuerdo a la variable edad.

Edad	Porcentaje magro (%)
3	62,5 ± 0,64 ^b
4	61,7 ± 0,47 ^{ab}
5	61,1 ± 0,34 ^{ab}
6	60,8 ± 0,44 ^{ab}
7	59,7 ± 0,74 ^a

ANOVA.- Diferente letra en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,05$). Los datos dentro de la columna representan medias y error estándar (*SE*).

Se encontraron diferencias significativas para el **porcentaje magro** con respecto a la edad, donde los animales de 3 meses presentaron el mayor porcentaje magro a diferencia de los porcinos de 7 meses (**Anexo 5**).

En los cerdos con mejora genética la formación de magro se estabiliza entre los 60 y los 80 kg, disminuyendo a partir de los 90 kg de peso, y representan mejores valores de formación en porcentaje magro para los cerdos de más alta calidad genética (García & López, s.f.).



Cuadro 9. Porcentaje magro (%) de los porcinos fenotipo mestizo de acuerdo a la variable condición corporal.

CC	Porcentaje magro (%)
2	57,9 ± 1,53 ^a
3	60,5 ± 0,38 ^{ab}
4	62,4 ± 0,28 ^b

ANOVA.- Diferente letra en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,05$). Los datos dentro de la columna representan medias y error estándar (*SE*).

Existen diferencias significativas entre las diferentes condiciones corporales. Los mejores porcentajes magros se obtuvieron de porcinos faenados con CC 4 (**Anexo 6**).

Cuadro 10. Porcentaje magro (%) de los porcinos fenotipo criollo de acuerdo a la variable edad.

Edad	Porcentaje magro (%)
4	61,3 ± 1,66 ^d
5	58,4 ± 1,25 ^{cd}
6	57,5 ± 1,34 ^{bcd}
7	55,7 ± 1,35 ^{bcd}
8	54,8 ± 1,66 ^{bcd}
10	51,7 ± 1,91 ^{abc}
12	50,1 ± 2,35 ^{ab}
18	46,4 ± 1,48 ^a

ANOVA.- Diferente letra en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,05$). Los datos dentro de la columna representan medias y error estándar (*SE*).

Se determinó que los animales criollos de 4 meses de edad arrojaron los más altos porcentajes magros, en relación a aquellos animales de 18 meses (**Anexo 10**). Esto puede ser causado por factores como, manejo, nutrición, sanidad y por los diversos sistemas tecnológicos. En la serranía ecuatoriana los cerdos criollos



se encuentran en explotaciones con sistemas tradicionales, con subalimentación y cebándose sin considerar la edad (Benítez Ortíz, 2009). Los cerdos no mejorados convierten peor en magro en la fase de acabado que los mejorados genéticamente. (Garcia & Lopéz, s.f.)

Cuadro 11. Rendimiento a la canal (%) de los porcinos fenotipo mestizo de acuerdo a la variable edad.

Edad	Rendimiento a la canal (%)
3	81,4 ± 0,29 ^a
4	82,5 ± 0,20 ^b
5	83,5 ± 0,14 ^c
6	84,4 ± 0,18 ^c
7	85,4 ± 0,31 ^d

ANOVA.- Diferente letra en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,05$). Los datos dentro de la columna representan medias y error estándar (*SE*).

En cuanto al **rendimiento a la canal** se encontraron diferencias significativas con respecto a la edad, donde los animales de 7 meses de edad presentaron altos rendimientos, disminuyendo a continuación progresivamente (**Anexo 5**).

Cuadro 12. Rendimiento a la canal (%) de los porcinos fenotipo mestizo de acuerdo a la variable condición corporal.

CC	Rendimiento a la canal (%)
2	80,2 ± 0,69 ^a
3	82,4 ± 0,17 ^b
4	84,1 ± 0,11 ^c

ANOVA.- Diferente letra en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,05$). Los datos dentro de la columna representan medias y error estándar (*SE*).



Los animales de **CC 4** fueron los que mejores rendimientos a la canal presentaron y el mejor **porcentaje magro** ($62,4 \pm 0,28\%$) (**Anexo 6**). Esto se atribuye principalmente al manejo nutricional y a los elevados pesos que logran alcanzar previo al sacrificio, lo que permite ser faenados en el momento oportuno evitando el engrasamiento de las canales (Arana Boza & Centeno Sevilla, 1999).

Cuadro 13. Rendimiento a la canal (%) de los porcinos fenotipo criollo de acuerdo a la variable edad.

Edad	Rendimiento a la canal (%)
4	$76,4 \pm 1,44^{ab}$
5	$75,1 \pm 1,10^{ab}$
6	$72,6 \pm 1,18^a$
7	$76,3 \pm 1,18^{ab}$
8	$74,8 \pm 1,44^{ab}$
10	$76,4 \pm 1,67^{ab}$
12	$79,0 \pm 2,04^b$
18	$79,2 \pm 1,30^b$

ANOVA.- Diferente letra en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,05$). Los datos dentro de la columna representan medias y error estándar (SE).

Los animales criollos de 18 meses de edad presentan mayores rendimientos a la canal ($79,2 \pm 1,30\%$), a diferencia de los animales de 6 meses de edad que presentaron bajos rendimientos ($72,6 \pm 1,18\%$). Sin embargo los animales jóvenes son los que presentan mejores porcentajes magros (**Anexo 10**).

Sañudo y Campo (1997) proponen una serie de factores que influyen en el peso y rendimiento de la canal entre las que figuran los factores intrínsecos (raza, individuo, sexo y edad) y factores pre y post mortem (ayuno y transporte, temperatura y tiempo de refrigeración) (citado por Ramos, 2008).



Cuadro 14. Rendimiento a la canal (%) en los porcinos fenotipo criollo de acuerdo a la variable condición corporal.

CC	Rendimiento a la canal (%)
2	76,3 ± 0,85 ^a
3	74,9 ± 0,59 ^a
4	81,6 ± 1,63 ^b

ANOVA.- Diferente letra en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,05$). Los datos dentro de la columna representan medias y error estándar (SE).

Los porcinos criollos con **CC** 4 al igual que los mestizos, presentaron los mejores rendimientos a la canal ($81,6 \pm 1,63$), disminuyendo a continuación progresivamente (**Anexo 11**).

Cuadro 15. Clasificación de las canales de los cerdos fenotipo mestizo de acuerdo al porcentaje magro (%).

Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Media	DS	Sig.
Muy magro	264	62,9	63,9	2,6	A
Magro	116	27,6	58,1	1,2	B
Poco magro	36	8,6	52,8	1,5	C
Poco graso	4	1	49,8	0,2	D
Total	420	100			

De acuerdo a las **Normas SEUROP**, el 62,9% de los cerdos mestizos presentaron canales muy magras ($63,9 \pm 2,6\%$) y solo el 1% de los animales dieron canales poco grasos ($49,8 \pm 0,2\%$).



Cuadro 16. Clasificación de las canales de los cerdos fenotipo criollo de acuerdo al porcentaje magro (%).

Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Media	DS	Sig.
Muy magro	10	27	61,1	0,6	A
Magro	11	29,7	57,4	1,3	B
Poco magro	7	18,9	52,6	1,7	C
Poco graso	7	18,9	49,0	0,5	D
Graso	2	5,4	43,2	2,2	E
Total	37	100			

Mientras tanto que en las canales de fenotipo criollo se encontró un 27% de canales muy magros ($61,1 \pm 0,6\%$) y el 18,9% de canales poco grasos ($49,0 \pm 0,5\%$). Las canales criollas presentan más características magras ($57,4 \pm 1,3\%$) a diferencia de las canales mestizas que en su mayoría son muy magras ($63,9 \pm 2,6\%$), encontrándose en las clases comerciales S + E; esto se ve influenciada por la edad al sacrificio de los animales. De la misma manera la pira porcina europea se caracteriza por alcanzar un peso canal medio de 88,8 kg, un peso medio superior a 90 kg y el 83% de canales califican en clases comerciales S + E (Gispert, Brun & Font, 2014).

Actualmente existe cierto interés de elevar sensiblemente los niveles de grasa intramuscular, la cual se ha relacionado con cualidades organolépticas positivas en diversos estudios (Gispert et al., 1997), siendo el criterio más importante en la determinación del precio (Daumas, 2001).



Cuadro 17. Clasificación de las canales del fenotipo mestizo de acuerdo a la temperatura en percentiles.

	Percentiles						
	5	10	25	50	75	90	95
T°C ^{45m}	35,8	36,1	36,7	37,5	38,3	39,1	39,5
T°C ^{2h}	32,40	32,8	33,6	34,8	35,9	37,0	37,4

A realizar la clasificación en percentiles se obtiene que el 90% de las canales presentan una T°C^{45m} de 39,1° y una T°C^{2h} de 37,0°.

Cuadro 18. Clasificación de las canales del fenotipo criollo de acuerdo a la temperatura en percentiles.

	Percentiles						
	5	10	25	50	75	90	95
T°C ^{45m}	35,27	35,66	36,1	37,1	37,75	38,58	39,16
T°C ^{2h}	31,77	32,26	32,8	34,2	35,15	36,30	37,07

A diferencia del **fenotipo criollo**, donde el 90% de las canales alcanzaron **temperaturas** de 38,58% a los 45 minutos y a las 2 horas descendió a 36,30°. Se observa claramente que las canales mestizas presentan mayores temperaturas post sacrificio, sin embargo las **temperaturas** disminuyen aproximadamente a la misma velocidad en todos los percentiles.

**Cuadro 19. Clasificación de las canales de los porcinos en estudio de acuerdo al pH a las 2 horas (pH^{2h}) post mortem.**

Clases de calidad	Rango de pH (24h)	Mestizo			Criollo		
		N	%	pH ^{2h}	N	%	pH ^{2h}
RSE	5,60 - 5,70	4	1	5,7	-	-	-
RFN	5,71 - 6,2	367	87	6	33	89	6,05
DFD	> 6,20	49	12	6,45	4	11	6,3

En este trabajo se encontró un 87% de canales con características normales (RFN), 12% de canales DFD y 1% de canales RSE en los animales mestizos. Mientras que en las canales de **fenotipo criollo** se observa un 89% de canales normales y 11% de carnes DFD, lo cual es beneficioso para la industria cárnica según los criterios de clasificación sugeridos. Mientras que un estudio desarrollado por Castrillón, Fernández y Restrepo (2007) en la que evaluaron a 464 canales de cerdos comerciales, encontrando un 52,59% de carne Normal 25,22% presentaron la condición PSE y 22,2% fueron carnes DFD.

De acuerdo a los valores de pH, Álvarez (2002) encontró una mayor incidencia de carnes exudativas (8,3% PSE y 7,7% PSE) que de carnes fatigadas (8,1% DFD) en el músculo semimembranoso, con una proporción de carne normal (71,6%) por debajo de lo esperado. A diferencia del trabajo de Echevarría et.al. (2008), realizado en Córdoba, Argentina, que clasificaron al 18,6% de las canales evaluadas como PSE al utilizar el pH del músculo longissimus del cuello a las 24h post faena; 27,1% como RSE, el 54,3% fueron normales y no encontró carnes DFD dentro de la muestra.



Las carnes normales mestizas presentaron un $\text{pH}^{2\text{h}}$ de 6,00 y las canales criollas un $\text{pH}^{2\text{h}}$ de 6,05, existiendo homogeneidad en cuanto al **fenotipo** y pH. Los resultados de $\text{pH}^{2\text{h}}$ no coinciden al $\text{pH}^{2\text{h}}$ de $5,74 \pm 0,21$, descrito por Álvarez (2002). Estas canales tenían temperaturas superiores a diferencia de lo determinado, $40,46 \pm 0,85$ °C a los 45 minutos y $33,99 \pm 2,15$ °C a las 2 horas de sacrificio.

Las carnes DFD de los animales mestizos arrojaron un $\text{pH}^{45\text{m}}$ de 6,55 y $\text{pH}^{2\text{h}}$ de 6,45, similar al pH de las carnes DFD de las canales criollas. Esto coincide con la investigación de Álvarez (2002) quien registró un $\text{pH}^{45\text{m}}$ de $6,45 \pm 0,15$ y $\text{pH}^{2\text{h}}$ de $6,41 \pm 0,10$. Además el valor de $\text{pH}^{45\text{m}}$ de las canales criollas coincide con el establecido por Castrillón, Fernández y Restrepo (2007) (≥ 6.3) y es superior a los valores de Garrido *et al.*, (1994) (6,31).

En el presente análisis la proporción de canales normales es mayor a los porcentajes citados, se pone de manifiesto que el defecto de mayor importancia en el camal en estudio es la presencia de canales DFD, lo que implica que la canal procedió de un animal estresado, lesionado o enfermo antes de su sacrificio (FAO, 2001).

Estos cambios químicos post mortem, determinantes del rendimiento, de la calidad de la canal y de la carne dependen del efecto del genotipo, sexo, edad, peso al sacrificio y del programa de alimentación y de otros factores que influyen sobre todo en la calidad de la carne, tales como ayuno pre-sacrificio, carga, transporte (densidad) y descarga, espera en matadero y densidad en los corrales, aturdimiento, sangrado y escaldado de las canales, refrigeración,



higiene y temperatura en el despiece y almacenamiento, que deben ser consideradas en el concepto global de producción (Medel & Fuentetaja, 2004).

Se estima que las plantas de sacrificio son responsables del 50% de la incidencia de carne PSE, asumiendo que el manejo ante mortem es responsable del 10 al 15% y el enfriamiento de la canal del otro 20 a 40% (Alarcón, Duarte, Rodríguez, & Janacua, 2005).

Según Bendall y Swatland (1988), es muy importante para clasificar las canales por calidad del músculo desde un punto de vista práctico para la industria, la posibilidad de utilizar medidas tempranas de pH que se relacionen con las mediciones a 24 horas, que son las que permiten identificar mejor las canales que desarrollan tardíamente la condición PSE o RSE (citado por Echevarría *et.al.*, 2008).

Cuadro 20. R² ajustado del porcentaje magro (%) de los porcinos fenotipo mestizo.

R	R ²	R ² ajustado	SE de la estimación	Durbin-Watson
,39 ^b	0,16	0,15	4,00	2,04

a. Fenotipo: Mestizo

b. Predictores: (Constante), Peso al sacrificio (Kg), Condición corporal, Edad del animal

c. Variable dependiente: Porcentaje magro (%)

El R² ajustado (15%) indica una relación predictora baja del peso al sacrificio, condición corporal y edad del animal para la estimación del **porcentaje magro**.

Sin embargo la condición corporal y el peso al sacrificio tiene relación positiva con el porcentaje magro, cuando estas variables aumentan o disminuyen en una



unidad, el porcentaje magro aumenta o disminuye en 1,74 y 0,17 kg, respectivamente. La edad del animal tiene una relación negativa con el porcentaje magro, cuando la edad del animal aumenta en 1 mes el porcentaje magro disminuye en 3,63%, y viceversa (**Anexo 21**).

McCracken (1993) indica que la tasa de deposición de magro alcanza un máximo y luego disminuye con la edad, pero en el rango de 45-120 kg en las genéticas actuales esta curva es relativamente plana (citado por Medel & Fuentetaja, 2004). Basso (2000), cita que la composición del tejido graso del cerdo puede ser afectada por la edad y el peso, alimentación, genética y sexo (Braun, Pattacini, Scoles & Cervellini, 2007).

Cuadro 21. R² ajustado del porcentaje magro (%) de los porcinos fenotipo criollo.

R	R ²	R ² ajustado	SE de la estimación	Durbin-Watson
,62 ^b	0,38	0,36	4,32	2,33

a. Fenotipo = Criollo

b. Predictores: (Constante), Edad del animal

c. Variable dependiente: Porcentaje magro (%)

La edad del animal tiene (36%) una relación predictora baja para la estimación del **porcentaje magro** en los porcinos criollos.

No obstante, la edad es inversamente proporcional al porcentaje magro, cuando la edad del animal disminuye en 1 mes, el porcentaje magro aumenta en 0,99%, y viceversa (**Anexo 22**).

**Cuadro 22. R² ajustado del rendimiento de la canal (%) de los porcinos fenotipo mestizo.**

R	R ²	R ² ajustado	SE de la estimación	Durbin-Watson
,59 ^b	0,36	0,35	1,62	1,79

a. Fenotipo: Mestizo

b. Predictores: (Constante), Condición corporal, Peso al sacrificio (Kg)

c. Variable dependiente: Rendimiento a la canal (%)

El R² ajustado (35%) indica que hay una relación baja a media de las variables condición corporal y peso al sacrificio (kg) para la estimación del **rendimiento a la canal**. El peso al sacrificio y la condición corporal son directamente proporcionales al rendimiento de la canal, cuando estas variables aumentan en una unidad, el rendimiento sube un 0,05 y 1,04%, respectivamente (**Anexo 23**).

Braun et.al. (2007) señalan que los rendimientos carniceros de los animales están influenciados por aspectos inherentes al animal (peso vivo, sexo, genotipo y estado de salud) y al ambiente (nutrición, temperatura, etc.). Gorrachategui (1997), coincide en que el rendimiento va a depender del crecimiento y desarrollo del animal, lo que a su vez está ligado de manera importante a la genética.

Cuadro 23. R² ajustado del rendimiento de la canal (%) de los porcinos fenotipo criollo.

R	R ²	R ² ajustado	SE de la estimación	Durbin-Watson
,46 ^b	0,21	0,19	2,99	1,98

a. Fenotipo: Criollo

b. Predictores: (Constante), Edad del animal

c. Variable dependiente: Rendimiento a la canal (%)



El R^2 ajustado (19%) indica que hay poca relación predictora de la edad para la estimación del **rendimiento de la canal** en los porcinos criollos. La edad es inversamente proporcional al rendimiento de la canal, cuando la edad del animal disminuye en 1 mes, el rendimiento aumenta en 0,35%, y viceversa (**Anexo 24**).

El rendimiento de la canal aumenta con la edad de sacrificio, pues disminuye la importancia relativa de las vísceras. Así, Albar et al., (1990) y DongHun et al., (1996) obtuvieron incrementos de 0,5% por cada 10 kg PV, aunque los primeros observaron que este incremento fue mayor en machos castrados que en hembras (+1,1 vs +0,1%). Cisneros et al., (1996) encontraron que el incremento era de +0,32% por 10 kg PV (citado por Medel & Fuentetaja, 2004).

Cuadro 24. R^2 ajustado de la temperatura de la canal a los 45 minutos post mortem ($T^{\circ}C^{45m}$) del porcino fenotipo mestizo.

R	R^2	R^2 ajustado	SE de la estimación	Durbin-Watson
,99 ^b	,98	,98	,14	1,95

a. Fenotipo: Mestizo

b. Predictores: (Constante), Condición corporal, Edad del animal, Peso al sacrificio (Kg)

c. Variable dependiente: Temperatura de la canal ($T^{\circ}C^{45m}$)

El R^2 ajustado (98%) indica que hay una excelente relación entre las variables condición corporal, edad y peso al sacrificio. Estas aportan información para la estimación de la **temperatura de la canal a los 45 minutos post mortem**.

El peso al sacrificio, la edad y la condición corporal son directamente proporcionales a la temperatura de la canal a los 45 minutos, cuando estas variables aumentan en una unidad, la temperatura de la canal ($T^{\circ}C^{45m}$) sube 0,05, 0,11 y 0,10°C, respectivamente (**Anexo 25**).

**Cuadro 25. R² ajustado de la temperatura de la canal a los 45 minutos post mortem (T°C^{45m}) en los porcinos fenotipo criollo.**

R	R ²	R ² ajustado	SE de la Estimación	Durbin-Watson
,98 ^b	0,98	0,97	0,20	1,94

a. Fenotipo: Criollo

b. Predictores: (Constante), Edad del animal, Peso al sacrificio (Kg)

c. Variable dependiente: Temperatura de la canal (T°C^{45m})

El R² ajustado (97%) indica una fuerte relación predictora de la edad y peso al sacrificio para la estimación de la **temperatura de la canal a los 45 minutos post mortem**.

La edad y el peso al sacrificio son directamente proporcionales a la temperatura de la canal a los 45 minutos, cuando estas variables aumenta en una unidad, la T°C^{45m} sube 0,04 y 0,05 °C, respectivamente (**Anexo 26**).

Cuadro 26. R² ajustado de la temperatura de la canal a las 2 horas post mortem (T°C^{2h}) en los porcinos fenotipo mestizo.

R	R ²	R ² ajustado	SE de la Estimación	Durbin-Watson
,99 ^b	,98	,98	,24	1,97

a. Fenotipo: Mestizo

b. Predictores: (Constante), Condición corporal, Edad del animal, Peso al sacrificio (Kg)

c. Variable dependiente: Temperatura de la canal (T°C^{2h})

La condición corporal, edad del animal y peso al sacrificio tienen gran relación predictora (98%) para la estimación de la **temperatura de la canal a las 2 horas post faena**.



El peso al sacrificio, la edad y la condición corporal son directamente proporcionales a la temperatura de la canal a las 2 horas, cuando las variables aumentan en una unidad, la temperatura de la canal ($T^{\circ}C^{2h}$) sube un 0,07; 0,22 y un 16 $^{\circ}C$, respectivamente (**Anexo 27**).

Cuadro 27. R^2 ajustado de la temperatura de la canal a las 2 horas post mortem ($T^{\circ}C^{2h}$) en los porcinos fenotipo criollo.

R	R^2	R^2 ajustado	SE de la estimación	Durbin-Watson
,98 ^b	0,96	0,96	0,31	1,9

a. Fenotipo: Criollo

b. Predictores: (Constante), Edad del animal, Peso al sacrificio (Kg)

c. Variable dependiente: Temperatura de la canal ($T^{\circ}C^{2h}$)

El R^2 ajustado (96%) indica que hay una fuerte relación predictora de la edad y el peso al sacrificio para determinar la **temperatura de la canal a las 2 horas post mortem**.

La edad y el peso al sacrificio son directamente proporcionales a la temperatura de la canal a las 2 horas, cuando estas variable aumentan en una unidad, la temperatura de la canal ($T^{\circ}C^{2h}$) sube un 0,06 y 0,06 $^{\circ}C$ respectivamente (**Anexo 28**).



5. CONCLUSIONES

1. Se determinó que la edad, sexo y peso al sacrificio, no influyen significativamente para predecir el rendimiento a la canal, porcentaje magro y pH en los porcinos faenados en el camal de Azogues.
2. En el presente estudio, se obtuvieron rendimientos a la canal muy superiores a los obtenidos por otros autores, lo que se atribuye al prolongado tiempo de ayuno (más de 24 horas) y a la inclusión de la lengua, glotis y parte de la tráquea.
3. Los porcinos mestizos de menor edad (3 meses) presentaron los más altos porcentajes magros (62,5%), que se incluyen en la categoría muy magra de acuerdo a la clasificación SEUROP. Así mismo los animales con mejor condición corporal (CC 4) también arrojaron porcentajes magros superiores al 60%.
4. Según la clasificación del SEUROP, únicamente los porcinos criollos presentaron canales grasas, esto en un bajo porcentaje (5,4%), lo que se observó en los animales de mayor edad (18 meses).
5. De acuerdo a la clasificación de las canales por el pH, los porcinos criollos, presentaron un mayor porcentaje de carnes normales (Rosado, Firme No Exudativo) (89%), que los porcinos mestizos (87%).
6. En el caso de los porcinos mestizos, se presentó el 1 % de carnes RSE (Rosadas, Pálidas y Exudativas), lo cual está dentro de los parámetros productivos de la industria cárnica. Sin embargo no existió ningún caso de carnes PSE (Pálidas, Suaves y Exudativas).



6. RECOMENDACIONES

1. Para las próximas investigaciones se sugiere incluir como variables influyentes, el tiempo de ayuno y el contenido del estómago para poder obtener datos más concretos sobre el rendimiento a la canal.
2. Evaluar el pH a las 24 horas, para determinar el comportamiento de éste, así se podrán evaluar con mayor precisión las carnes PSE.
3. Realizar investigaciones referentes al tema en granjas exclusivas, con el fin de obtener homogeneidad en los datos, en lo que se refiere a edad, fenotipo, alimentación, tiempo de ayuno, etc.
4. Se debe dar mayor énfasis a las investigaciones del campo porcino, ya que en nuestro país, esta especie juega un papel muy importante en la economía de las familias rurales.



7. BIBLIOGRAFÍA

- Alarcón, A., Duarte, J., Rodríguez, F., & Janacua, H. (2005). Incidencia de carne pálida-suave-exudativa (PSE) y oscura-firme-seca (DFD) en cerdos sacrificados en la región Bajío en México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 43(3), 335-346. Recuperado de: <http://www.tecnicapecuaria.org.mx/trabajos/200510205984.pdf>
- Alarcón, A., Gamboa, J., Rodríguez, F., Grado, J. & Janacua, H. (2006). Efecto de variables críticas del sacrificio sobre las propiedades fisicoquímicas de la carne de cerdo. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 44(1), 53-66. Recuperado de: <http://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/editorial/index.php/Pecuarias/articloe/view/1760/1754>
- Allaico, S. & Jimenez, P. (2009). *Determinación de hidatidosis en cerdos faenados en el camal de Azogues*. (Tesis de grado, Universidad de Cuenca). Recuperado de: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/3021/1/tv196.pdf>
- Álvarez, D. (2002). *Influencia de las condiciones antemortem y la tecnología del sacrificio sobre la calidad de la carne porcina*. (Tesis doctoral, Universidad de Murcia). Recuperado de: <http://digitum.um.es/jspui/bitstream/10201/74/1/AlvarezAlvarez.pdf>
- Arana Boza, C. M. & Centeno Sevilla, Y. M. (1999). *Estudio descriptivo del rendimiento y espesor de la grasa dorsal en la canal de cerdos alimentados con diferentes tipo de dietas*. (Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria). Recuperado de: <http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnl02a662.pdf>



- Benítez Ortiz, W. (2009). FAO. *Caracterización etnozootécnica y genética del cerdo criollo de Ecuador*. Recuperado de: http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/03_13_09_Patricio.pdf
- Braun, R., Pattacini, S., Scoles, G. & Cervellini, J. (2007). Productividad y calidad de grasa corporal en cerdos alimentados con cereales crudos y extruidos. *Archivos de zootecnia*, 56(215), 299-308. Recuperado de: http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/25_18_40_03ProductividadBraun.pdf
- Castrillón, W., Fernández, J., & Restrepo, L. (2007). Variables asociadas con la presentación de carne PSE (Pálida, Suave, Exudativa) en canales de cerdo. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 20(3). Recuperado de: <http://rccp.udea.edu.co/index.php/ojs/article/view/288>
- Colina, J. J., Jerez, N. C., Araque, H. & Rico, D. (2010). Canales y rendimientos en cortes de cerdos en crecimiento, alimentados con harina de Bactris gasipaes H.B.K (pijigüao) y lisina. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 44(4), 379-384. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/1930/193017783008.pdf>
- Coma, J. & Piquer, J. (1999). FEDNA. *Calidad de carne en porcino: efecto de la nutrición*. Recuperado de: <http://www.uco.es/servicios/nirs/fedna/capitulos/99CAP8.pdf>
- Daumas, G. (2001). *Clasificación de las canales porcinas en Francia y Europa*. ITP (Institut Technique du Porc), Francia. Recuperado de: http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/suino/anais/anais0104_daumas.pdf
- Echevarría, A., Davicino, R., Liboá, R., Trolliet, J., Chiostrri, E., Giacomelli, N. & Parsi, J. (2008). *Evaluación de parámetros de calidad de la carne de cerdo: pH y conductividades eléctricas*. (Trabajo científico, Universidad Nacional de Río Cuarto). Recuperado de: http://bvs.panalimentos.org/local/file/INCLUSIONES2008/3PRIMER_CO



INGRESO_ARGENTINO_MERCOSUR_BPM_POES_HACCP2003estan
aBVS/TRABAJOS%20CIENTIFICOS/5TRABAJO%20CIENT.%20CALID
AD%20DE%20CARNE%20EN%20CERDO%20Davicino%20.pdf

Espinoza, J. (2014). *El Tiempo. Cantonización de Azogues.*

Falconi Velasco, C. R. & Paredes Barros, M. X. (2011). Levantamiento poblacional, caracterización fenotípica y de los sistemas de producción de los cerdos criollos en los cantones de Mejía (Pichincha) y Colta (Chimborazo). (Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica del Ejército). Recuperado de:
<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/3861/1/T-ESPE-IASA%20I-004550.pdf>

FAO. (2001). *Directrices para el Manejo, Transporte y Sacrificio Humanitario del Ganado.* Recuperado de:
<http://www.fao.org/docrep/005/x6909s/x6909s00.htm>

Galían Jiménez, M. (2007). *Características de la canal y calidad de la carne, composición mineral y lipídica del cerdo Chato Murciano y su cruce con Ibérico. Efecto del sistema de manejo.* (Tesis doctoral, Universidad de Murcia). Recuperado de:
<http://digitum.um.es/xmlui/bitstream/10201/120/1/galianjimenez.pdf>

García, A., González, A. M., Moya, Y., Hernández, U., Beldarían, T. & Rodríguez, I. (2012). Mermas y rendimientos en el proceso de sacrificio del ganado porcino. *Revista Computarizada de Producción Porcina.* 19(2). Recuperado de:
http://www.iip.co.cu/RCP/192/192_15artAGcia.pdf

García de la Calera, F., & López Alvarez, J. (s.f.). *Calidad y rendimiento de la canal de cerdo.* Obtenido de
http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_MG%20FMG_1992_7_8_92_49_58.pdf



- Gélvez, L. (2015). Mundo Pecuario: Anatomía animal / Fórmula dentaria Suinos. Recuperado de: http://mundo-pecuario.com/tema243/dientes_animales/formula_dentaria_suinosa-2083.html
- Gispert, M., Brun, A., & Font, M. (2014). Los expertos opinan. *La clasificación de canales porcinos en España y Europa*. Recuperado de: https://www.3tres3.com/los-expertos-opinan/la-clasificacion-de-canales-porcinos-en-espana-y-europa_33848/
- Gorrachategui, M. (1997). Influencia de la nutrición y otros factores en el rendimiento de la canal en terneros. FEDNA. Recuperado de: http://fvvet2.fvet.edu.uy/sites/default/files/bovinos/Lectura%20crecimiento%20y%20desarrollo_Gorrachategui_bovinos_OPA.pdf
- Linares, V., Linares, L. & Mendoza, G. (2011). Caracterización etnozootécnica y potencial carnívoros de *Sus scrofa* "cerdo criollo" en Latinoamérica. *Scientia Agropecuaria*, 2(2), 97-110. Recuperado de: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:SC1yNopSZ5lJ:dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3709067.pdf+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=ec>
- Londoño, J., Velásquez, C. & Vélez, E. (2013). *Clasificación y valoración de la calidad de canales porcinos en Colombia: una propuesta hacia la competitividad*. (Monografía, Corporación Universitaria Lasallista). Recuperado de: http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/859/1/CLASIFICACION_VALORACION_CALIDAD_CANALES_PORCINAS_COLOMBIA_COMPETITIVIDAD.pdf
- López Palacios, G. & Rubio Lozano, M. S. (1998). Tecnologías para la evaluación objetiva de las canales de animales de abasto. *Revista Veterinaria México*, 29(3). Recuperado de: <http://www.medigraphic.com/pdfs/vetmex/vm-1998/vm983k.pdf>



- Medel, P., & Fuentetaja, A. (2004). FEDNA. *Factores que afectan en la producción de cerdo graso: Efecto del perfil genético, sexo, peso al sacrificio y la alimentación sobre la productividad y la calidad de la canal y carne de cerdos grasos*. Recuperado de:
<http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/3442/articulos-porcino-archivo/efecto-del-perfil-genetico-sexo-peso-al-sacrificio-y-la-alimentacion-sobre-la-productividad-y-la-calidad-de-la-canal-y-carne-de-cerdos-grasos.html>
- Moreno, C. (2014). [www. 3tres3.com](http://www.3tres3.com). *Nutrición: Recomendaciones acerca del ayuno de los cerdos antes del sacrificio*. Recuperado de:
https://www.3tres3.com/nutricion/recomendaciones-acerca-del-ayuno-de-los-cerdos-antes-del-sacrificio_34078/
- Novelo, R., Franco, J., Bianchi, G., Feed, O., Bentancur, O., Benia, P. & Stefanell, V. (2008). Efecto de la temperatura de refrigeración sobre la calidad de la carne de novillos Holstein a lo largo de la maduración. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 46(2), 137-145. Recuperado de:
<http://www.tecnicapecuaria.org.mx/trabajos/200804083939.pdf>
- Pelaez, F. (2012). *Comportamiento productivo y características de la canal del cerdo criollo negro de la cosata ecuatoriana en etapa de cebo bajo dos sistemas de producción y sexo*. Departamento de producción animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de Córdoba. Recuperado de:
http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/12_11_14_Franklin_Pelaez.pdf
- Ramos, D. (2008). *Caracterización de la canal y la carne del cerdo Criollo y de los productos cárnicos en el departamento de Tumbes-Peru*. (Tesis de grado, Universidad de León). Recuperado de:
<http://coopleon.files.wordpress.com/2009/12/tesisdaphne.pdf>
- Sánchez Rodríguez, M. (s.f.). *Zootecnia y Gestión: Producción Animal e Higiene Veterinaria*. Recuperado de:



http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/29_10_31_Tema_50.pdf

Santos, R., Trejo, W., & Osorto, W. (2011). Rendimiento de la canal y desarrollo de los órganos torácicos y abdominales de los 25 a los 45 kg en cerdos criollos pelones. *Redalyc.org*, XXI(5), 396-402. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95919362004>

Tasayco, L. d. (2015). *www.monografias.com. Calidad de carnes frescas.* Recuperado de: <http://www.monografias.com/trabajos89/calidad-carnes-frescas/calidad-carnes-frescas.shtml>

Torrescano, G., Sánchez, A., González, N. & Camou, J. (2008). Tecnología e ingeniería del sacrificio y su repercusión en la calidad de la canal de animales de abasto. *NACAMEH*, 2(1), 78-94. Recuperado de: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3987366>

UNNE. (2011). *Introducción a la Producción Animal: Conometría dentaria en bovinos.* Recuperado de: Conometría dentaria en bovinos: <https://ipafcv.files.wordpress.com/2011/04/unidad-tematica-i-unidad-3-tema-3-cronometria-comparada.pdf>

UNNE. (2013). *Producción porcina: Producción porcina mundial, nacional y regional. Cadena de valor de la producción porcina.* Recuperado de: <https://ppryc.files.wordpress.com/2013/06/unidad-tematica-iii-unidad-1-tema-1.pdf>

Vargas, J; Velázquez, F; Delgado, J. & Sánchez, Y. (2015). Caracterización zoométrica del cerdo criollo en los cantones Mocache y Vinces, provincia de Los Ríos, región Costa, Ecuador. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 562-570. Recuperado de: http://www.agrytec.com/pecuario/index.php?option=com_content&view=article&id=4331:censo-de-granjas-porcicolas-&catid=31:articulos-tecnicos&Itemid=32



Vázquez, R. (2010). *Análisis del rendimiento y magrez de la canal de cerdo en una institución educativa*. (Tesis de grado, Universidad de Michoacana de San Nicolás de Hidalgo). Recuperado de:

<http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/jspui/bitstream/123456789/293/1/ANALISISDELRENDIMIENTOYMAGREZDELACANALDECERDOENUNAINSTITUCIONEDUCATIVA.pdf>

Verdezoto Carrera, M. A. (12 de 2009). *Desempeño productivo en campo, calidad y características sensoriales de la carne de cerdos castrados o inmunocastrados*. (Tesis de grado, Zamorano). Recuperado de:

<http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/400/1/T2856.pdf>

Webster, A. L. (2001). *Estadística Aplicada a los Negocios y la Economía*. Colombia: McGraw-Hill.

Camilo, Y; Abeledo, C.M.; Tosar, M.; Acosta, M.J.; Companioni, D. & Cordero, Y. (2014). Morfometría de órganos y alimentación no convencional en cochinos. *Ciencia y Tecnología Ganadera*, 8(1), 43-48. Recuperado de: http://www.cima-minag.cu/wa_files/Vol_8_281_2914Yusimy.pdf



8. ANEXOS

Anexo 1. Registro de los cerdos faenados en el camal de Azogues.

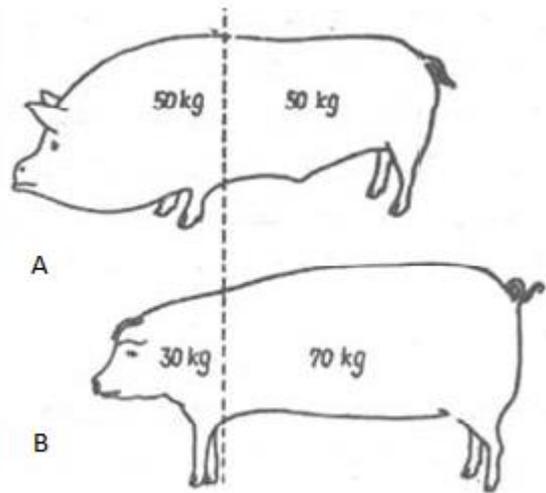
Fecha: _____

Cód.	Edad estimada	Fenotipo		Sexo		CC	Peso Vivo (Kg)	Peso canal caliente (Kg)	Espesor de grasa dorsal (mm)	Profundidad del lomo (mm)	T°C 45m	T°C 2h	pH 45m	pH 2h
		Criollo	Mestizo	M	H									
1	5		X	x		4	89,55	41,6	21,4	41,6	37,2	34,3	6,4	6,1
2	7		X		X	3	137,73	50,8	5,75	46,65	39,4	37,9	6,5	6,3
3	3		X		X	3	63,64	46,9	8,1	46,9	35,8	32,4	6,1	5,9
4	6		X		X	3	123,18	60,5	9,36	49,64	39,4	37,3	6,2	5,9
5	4		X		X	4	76,36	49,64	6,47	59,53	36,5	33,3	6,2	6
6	3		X		X	4	61,36	46,65	8,99	57,01	35,6	32,2	6,4	6,1
7	6		X		X	4	120,91	51,4	7,55	58,45	39,2	37,1	6,4	6,1
8	6		X		X	3	115,0	58,9	20,5	43,5	38,8	36,6	6,2	5,9
9	4		X	x		3	78,18	59,53	15,1	58,9	36,6	33,5	6,3	6
10	4		X		X	4	80,91	57,01	26,6	51,4	36,8	33,7	6,3	6
11	5		X		X	4	86,82	58,45	13,5	60,5	39	36,8	6,5	6,3
12	5		X	x		4	96,36	43,5	19,2	50,8	37,7	35,1	6,3	6,1

Anexo 2. Características fenotípicas del cerdo criollo y mestizo.

A: Cerdo Criollo, animal de mediano tamaño (14-15 dorsales y 5 lumbares), de variada coloración pero con predominio del color negro, tendientes a engrasar.

B: Cerdo Mestizo, mayor desarrollo muscular, poca grasa dorsal, canales más largas (14-17 dorsales y 7 lumbares).



Fuente: UNNE, 2013.

Anexo 3. Características de las variables en estudio de los porcinos del fenotipo mestizo.

Estadísticos	Edad (meses)	Peso al sacrificio (Kg)	Rendimiento a la canal (%)	Porcentaje magro (%)	T°C ^{45m}	pH ^{45m}	T°C ^{2h}	pH ^{2h}
N	420	420	383	420	420	420	420	420
Media	5,0	94,2	83,5	61,2	37,5	6,4	34,8	6,1
DS	1,09	19,39	2,02	4,37	1,14	0,13	1,57	0,13
Mínimo	3,4. 00	48,64	78,84	49,60	35,00	5,90	31,50	5,70
Máximo	7,00	153,18	88,62	71,20	40,30	6,80	38,30	6,60



Anexo 4. Características de las variables en estudio de los porcinos del fenotipo criollo.

Estadísticos	Edad (meses)	Peso al sacrificio (Kg)	Rendimiento a la canal (%)	Porcentaje magro (%)	T°C ^{45m}	pH ^{45m}	T°C ^{2h}	pH ^{2h}
N	37	37	37	37	37	37	37	37
Media	8,2	92,7	75,9	55,1	36,9	6,4	34,1	6,1
SD	4,40	20,63	3,32	5,40	1,10	0,10	1,51	0,97
Mínimo	4,00	50,91	69,58	41,60	35,00	6,20	31,50	5,90
Máximo	18,00	150,00	84,22	62,10	39,70	6,50	37,70	6,30

Anexo 5. Frecuencia y porcentaje de animales mestizos de acuerdo a la edad.

Edad	Frecuencia	Porcentaje
3	45	10,7
4	86	20,5
5	159	37,9
6	96	22,9
7	34	8,1
Total	420	100

Anexo 6. Frecuencia y porcentaje de animales mestizos de acuerdo a condición corporal.

CC	Frecuencia	Porcentaje
2	7	1,7
3	137	32,6
4	276	65,7
Total	420	100



Anexo 7. Frecuencia y porcentaje de animales mestizos de acuerdo al sexo.

Sexo	Frecuencia	Porcentaje
Macho	174	41,4
Hembra	246	58,6
Total	420	100

Anexo 8. Frecuencia y porcentaje de animales mestizos de acuerdo al pH de la canal a los 45 minutos.

pH ^{45m}	Frecuencia	Porcentaje
5,9	3	0,7
6	4	1
6,1	8	1,9
6,2	50	11,9
6,3	141	33,6
6,4	151	36
6,5	45	10,7
6,6	7	1,7
6,7	4	1
6,8	7	1,7
Total	420	100

Anexo 9. Frecuencia y porcentaje de animales mestizos de acuerdo al pH de la canal a las 2 horas.

pH ^{2h}	Frecuencia	Porcentaje
5,7	4	1
5,8	3	0,7
5,9	17	4
6	101	24
6,1	132	31,4
6,2	114	27,1
6,3	32	7,6
6,4	6	1,4
6,5	6	1,4
6,6	5	1,2
Total	420	100



Anexo 10. Frecuencia y porcentaje de animales criollos de acuerdo a la edad.

Edad	Frecuencia	Porcentaje
4	4	10,8
5	7	18,9
6	6	16,2
7	6	16,2
8	4	10,8
10	3	8,1
12	2	5,4
18	5	13,5
Total	37	100

Anexo 11. Frecuencia y porcentaje de animales criollos de acuerdo a condición corporal.

CC	Frecuencia	Porcentaje
2	11	29,7
3	23	62,2
4	3	8,1
Total	37	100

Anexo 12. Frecuencia y porcentaje de animales criollos de acuerdo al sexo.

Sexo	Frecuencia	Porcentaje
Macho	21	56,8
Hembra	16	43,2
Total	37	100



Anexo 13. Frecuencia y porcentaje de animales criollos de acuerdo al pH de la canal a los 45 minutos.

pH^{45m}	Frecuencia	Porcentaje
6,2	3	8,1
6,3	10	37,8
6,4	14	45,9
6,5	6	8,1
Total	37	100

Anexo 14. Frecuencia y porcentaje de animales criollos de acuerdo al pH de la canal a las 2 horas.

pH^{2h}	Frecuencia	Porcentaje
5,9	1	2,7
6	2	5,4
6,1	18	48,6
6,2	13	35,1
6,3	3	8,1
Total	37	100

Anexo 15. ANOVA de la temperatura de la canal a los 45 minutos post mortem (T°C^{45m}) de los porcinos fenotipo mestizo de acuerdo a la variable edad.

Edad	T°C^{45m}	
	Media	SE
3	35,7	0,05a
4	36,5	0,04b
5	37,5	0,03c
6	38,6	0,04d
7	39,5	0,07e



Anexo 16. ANOVA de la temperatura de la canal a los 45 minutos post mortem ($T^{\circ}C^{45m}$) de los porcinos fenotipo mestizo de acuerdo a la variable condición corporal.

CC	$T^{\circ}C^{45m}$	
	Media	SE
2	36,5	0,39a
3	36,9	0,09a
4	37,9	0,06b

Anexo 17. ANOVA de la temperatura de la canal a los 45 minutos post mortem ($T^{\circ}C^{45m}$) de los porcinos fenotipo criollo de acuerdo a la variable edad.

Edad	$T^{\circ}C^{45m}$	
	Media	SE
4	35,6	0,38a
5	36,3	0,28ab
6	36,8	0,31ab
7	37,0	0,31abc
8	37,2	0,38abc
10	37,6	0,43bc
12	37,2	0,53abc
18	38,7	0,34c

Anexo 18. ANOVA de la temperatura de la canal a las 2 horas post mortem ($T^{\circ}C^{2h}$) de los porcinos fenotipo mestizo de acuerdo a la variable edad.

Edad	$T^{\circ}C^{2h}$	
	Media	SE
3	32,3	0,08a
4	33,4	0,06b
5	34,8	0,04c
6	36,3	0,05d
7	37,4	0,09e



Anexo 19. ANOVA de la temperatura de la canal a las 2 horas post mortem ($T^{\circ}C^{2h}$) en los porcinos fenotipo mestizo de acuerdo a la variable condición corporal.

CC	$T^{\circ}C^{2h}$	
	Media	SE
2	33,4	0,53a
3	33,9	0,12a
4	35,3	0,09b

Anexo 20. ANOVA de la temperatura de la canal a las 2 horas post mortem ($T^{\circ}C^{2h}$) en los porcinos fenotipo criollo de acuerdo a la variable edad.

Edad	$T^{\circ}C^{2h}$	
	Media	SE
4	32,8	0,46a
5	33,6	0,44ab
6	34,0	0,46ab
7	34,2	0,36abc
8	34,4	0,48abc
10	35,3	0,53bc
12	34,3	0,67abc
18	35,7	0,4b

**Anexo 21. Regresión del porcentaje magro (%) en el porcino fenotipo mestizo.**

	Coeficientes no estandarizados		Sig.
	B	SE	
(Constante)	57,27	1,49	,00
Condición corporal	1,74	0,42	,00
Edad del animal	-3,63	0,51	,00
Peso al sacrificio	0,17	0,74	,00

Anexo 22. Regresión del porcentaje magro (%) del porcino fenotipo criollo.

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	T	Sig.
	B	SE	Beta		
(Constante)	63,37	1,1		56,48	,00
Edad del animal	-0,99	0,12	- 0,81	- 8,29	,00

Anexo 23. Regresión del rendimiento a la canal (%) del porcino fenotipo mestizo.

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	T	Sig.
	B	SE	Beta		
(Constante)	75,33	0,63		119,99	,00
Peso al sacrificio (Kg)	0,05	0,01	0,44	9,94	,00
Condición corporal	1,04	0,18	0,26	5,92	,00

**Anexo 24. Regresión del rendimiento de la canal (%) del porcino fenotipo criollo.**

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	T	Sig.
	B	SE	Beta		
(Constante)	73,02	1,1		69,29	,00
Edad del animal	- 0,35	0,11	0,46	3,05	,00

Anexo 25. Regresión de la temperatura de la canal a los 45 minutos post mortem ($T^{\circ}C^{45m}$) del porcino fenotipo mestizo.

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	T	Sig.
	B	SE	Beta		
(Constante)	31,78	0,05		610,79	,00
Peso al sacrificio (Kg)	0,05	0,00	0,88	49,72	,00
Edad del animal	0,11	0,02	0,10	5,87	,00
Condición corporal	0,10	0,02	0,05	6,82	,00

Anexo 26. Regresión de la temperatura de la canal a los 45 minutos post mortem ($T^{\circ}C^{45m}$) del porcino fenotipo criollo.

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	T	Sig.
	B	SE	Beta		
(Constante)	32,17	0,18		200,90	,00
Edad del animal	0,04	0,01	0,17	4,07	,00
Peso al sacrificio (Kg)	0,05	0,00	0,87	21,37	,00

**Anexo 27. Regresión de la temperatura de la canal a las 2 horas post mortem ($T^{\circ}C^{2h}$) en los porcinos fenotipo mestizo.**

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	T	Sig.
	B	SE	Beta		
(Constante)	26,85	0,09		311,26	,00
Peso al sacrificio (Kg)	0,07	0,00	0,83	38,8	,00
Edad del animal	0,22	0,03	0,15	7,28	,04
Condición corporal	0,16	0,03	0,05	6,57	,00

Anexo 28. Regresión de la temperatura de la canal a las 2 horas post mortem ($T^{\circ}C^{2h}$) en los porcinos fenotipo criollo.

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	T	Sig.
	B	SE	Beta		
(Constante)	27,72	0,25		112,67	,00
Edad	0,06	0,02	0,17	3,86	,00
Peso al sacrificio (Kg)	0,06	0,00	0,86	19,12	,00



Anexo 29. Identificación y pesaje de los porcinos.



Anexo 30. Cerdos de fenotipo mestizo en pie.



Anexo 31. Cerdos de fenotipo criollo originarios de la zona.



Anexo 32. Cerdo criollo con aretes o urillos.



Anexo 33. Aturdimiento, mediante un aturridor eléctrico y desangrado.



Anexo 34. Escaldado y depilado.



Anexo 35. Eviscerado y lavado.



Anexo 36. Determinación de la edad mediante cronología dentaria



Anexo 37. Pesaje de la canal caliente, mediante báscula electrónica.



Anexo 38. Técnica de ultrasonografía para medir el panículo graso y profundidad del músculo longissimus dorsi (lomo).



Anexo 39. Imagen ecográfica de la grasa dorsal y profundidad del lomo.



Anexo 40. Medición de la temperatura en el musculo longuissimus dorsi, a nivel de la décima costilla.



Anexo 41. Medición del pH en la cara medial del muslo, realizando una incisión.