



UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

**COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS
CÁRNICAS DEL JABALÍ (*SUS SCROFA L.*) Y CERDO
DOMÉSTICO (*SUS SCROFA DOMESTICUS ERXLEBEN*)
BAJO UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN SEMI-
EXTENSIVO**

TESIS DE MAGÍSTER

CARLOS HERNÁN POLANCO JÁCOME

VALDIVIA – CHILE

2016

**COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS CÁRNICAS DEL
JABALÍ (*SUS SCROFA L.*) Y CERDO DOMÉSTICO (*SUS
SCROFA DOMESTICUS* ERXLEBEN) BAJO UN SISTEMA DE
PRODUCCIÓN SEMI-EXTENSIVO**

Tesis presentada a la Facultad de Ciencias Agrarias de la
Universidad Austral de Chile en cumplimiento parcial de los requisitos
para optar al grado de Magíster en Ciencias mención Producción
Animal

Por

CARLOS HERNÁN POLANCO JÁCOME

Valdivia - Chile

2016

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

INFORME DE APROBACIÓN TESIS DE MAGISTER

La Comisión Evaluadora de Tesis comunica al Director de la Escuela de Graduados de la Facultad de Ciencias Agrarias que la tesis de Magister presentada por el candidato

CARLOS HERNÁN POLANCO JÁCOME

ha sido aprobado en el examen de defensa de Tesis rendido el día 12 de mayo de 2016 como requisito para optar al grado de Magíster en Ciencias mención Producción Animal y, para que así conste para todos los efectos firman:

Profesor Patrocinante de Tesis:

Dr. Rodrigo Arias I.
Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad Austral de Chile



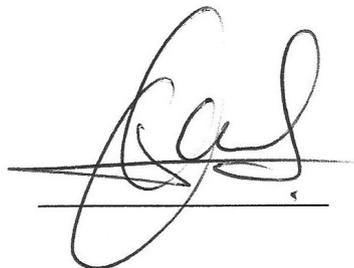
Profesor Co-Patrocinante de Tesis:

Dra. Suzanne Hodgkinson
Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad Austral de Chile



Comisión Evaluadora de Tesis:

Dr. Christian Alvarado G.
Facultad de Ciencias Agraria
Universidad Austral de Chile



Esta tesis fue realizada como parte del proyecto FONDECYT N° 1130722, titulado ***“Parámetros de producción, calidad de la carne y características de la fibra muscular de jabalí europeo pura raza, híbridos fenotípicamente similares y el cerdo doméstico producido en un sistema semi-extensivo”***

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Capítulo		Página
	RESUMEN	VI
	ABSTRACT	VII
1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Descripción del jabalí europeo y del cerdo doméstico	1
1.2	Características productivas de los suidos	3
1.2.1	Sistemas de producción para jabalíes	4
1.2.2	Sistemas de producción para cerdos domésticos	5
1.3	Comportamiento de los animales	6
1.4	Características de la carne	7
1.4.1	Calidad de la carne	7
1.4.2	Características organolépticas de la carne	8
1.4.2.1	Color	9
1.4.2.2	Textura	11
1.4.2.3	Sabor	12
1.4.2.4	Jugosidad	12
1.4.2.5	Grasa	13
1.4.3	Características tecnológicas de la carne	14
1.4.3.1	El pH	14
1.4.3.2	Temperatura	17
1.4.3.3	Capacidad de retención de agua	18
1.4.4	Composición proximal de la carne	20
1.4.4.1	Contenido de ácidos grasos	20
1.4.4.2	Contenido de colesterol	21
1.5	HIPÓTESIS	23
1.6	OBJETIVO GENERAL	23
1.7	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
1.8	BIBLIOGRAFÍA	24
2	COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS CÁRNICAS DEL JABALÍ (<i>Sus scrofa</i> L.) Y CERDO DOMÉSTICO (<i>Sus scrofa</i>	

	<i>domesticus</i> Erxleben) BAJO UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN SEMI-EXTENSIVO	34
2.1	INTRODUCCIÓN	34
2.2.	MATERIALES Y MÉTODOS	36
2.2.1	Ubicación del estudio	36
2.2.2	Descripción de potreros	36
2.2.3	Descripción de animales	36
2.2.4	Rutina diaria	37
2.2.5	Metodología del estudio etológico de los animales	38
2.2.6	Sacrificio de los animales	38
2.2.6.1	Determinación de las características organolépticas, tecnológicas y nutricionales de la carne	39
2.2.6.1.1	Color	39
2.2.6.1.2	Textura	39
2.2.6.1.3	Terneza, sabor y preferencia	40
2.2.6.1.4	pH muscular	40
2.2.6.1.5	Capacidad de retención de agua	41
2.2.6.1.6	Perfil de ácidos grasos	42
2.2.6.1.7	Colesterol	43
2.2.7	Análisis estadístico	43
2.3	RESULTADOS	45
2.3.1	Comportamiento animal	45
2.3.2	Características organolépticas de la carne	48
2.3.2.1	Color y textura de la carne	48
2.3.2.2	Análisis sensorial de la carne	48
2.3.3	Características tecnológicas de la carne	49
2.3.3.1	pH de la carne y capacidad de retención de agua	49
2.3.4	Valor nutritivo de la carne	50
2.3.4.1	Perfil de ácidos grasos de la grasa dorsal y grasa intramuscular del jabalí y cerdo doméstico	50
2.3.4.2	Contenido de colesterol en la grasa dorsal y músculo del jabalí y cerdo doméstico	52

2.3.5	Relación entre el comportamiento animal, características organolépticas, tecnológicas y nutricionales del jabalí y cerdo doméstico	52
2.4	DISCUSIÓN	55
2.4.1	Comportamiento del cerdo doméstico y jabalí bajo un sistema de producción semi-extensivo	55
2.4.2	Características organolépticas de la carne	58
2.4.2.1	Color de la carne	58
2.4.2.2	Textura de la carne	59
2.4.2.3	Panel sensorial de la carne	60
2.4.3	Características tecnológicas de la carne	61
2.4.3.1	pH de la carne	61
2.4.3.2	Capacidad de retención de agua	63
2.4.4	Valor nutritivo de la carne	65
2.4.4.1	Perfil de ácidos grasos en la grasa dorsal y grasa intramuscular del jabalí y cerdo doméstico	65
2.4.4.2	Contenido de colesterol en grasa dorsal y músculo de jabalí y cerdo doméstico	71
2.4.5	Relación entre el comportamiento animal, características organolépticas, tecnológicas y nutricionales del jabalí y cerdo doméstico	73
2.5	CONCLUSIONES	77
2.6	BIBLIOGRAFÍA	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tablas	Página	
Tabla 1	Diferencias cromosómicas de <i>Sus scrofa</i> en Sur América	3
Tabla 2	Coloración (L*a*b*) del músculo <i>Longissimus dorsi</i> de jabalí y cerdo doméstico	10
Tabla 3	Caracterización de las carnes PSE y DF	16
Tabla 4	Composición del concentrado suministrado a jabalíes y cerdos domésticos	37
Tabla 5	Cálculo de la capacidad de retención de agua	41
Tabla 6	Porcentaje de tiempo (promedio \pm EE) destinado a cada actividad realizada durante la evaluación de comportamiento (n=22)	44
Tabla 7	Color y textura de la carne proveniente de cerdo domésticos (n=13) y jabalíes (n=9) criados en un sistema de producción sem-extensivo	48
Tabla 8	Panel sensorial de la carne proveniente de jabalíes (n=9) y cerdos domésticos (n=13) criados en un sistema de producción semi-extensivo	49
Tabla 9	pH inicial, pH final y capacidad de retención de agua de la carne proveniente de cerdos domésticos (n=13) y jabalíes (n=9) criados bajo un sistema de producción semi-extensivo	50
Tabla 10	Perfil de ácidos grasos de la grasa dorsal y grasa intramuscular proveniente de jabalíes (n=9) y cerdos domésticos (n=13) criados en un sistema de producción semi-extensivo	51
Tabla 11	Contenido de colesterol en grasa dorsal y grasa intramuscular del jabalí (n=9) y cerdo doméstico (n=13) en mg/100g	52
Tabla 12	Coeficientes de correlación del comportamiento animal con las características organolépticas, características tecnológicas y características nutritivas del jabalí y cerdo doméstico	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
Figura 1	Principales actividades realizadas por el jabalí y cerdo doméstico en un sistema de producción semi-extensiva	7
Figura 2	Espacio del color en la escala de Hunter L* a* b*	9
Figura 3	Temperatura <i>postmortem</i> en el <i>Longissimus dorsi</i> de jabalí y cerdo doméstico	18
Figura 4	Porcentaje promedio de animales con o sin actividad (n=22)	45
Figura 5	Porcentaje cerdos domésticos (A) y de jabalíes (B) observados que realizan diferentes actividades durante períodos de 30 minutos de un día de pastoreo de 8 horas (n=13 y n=9, respectivamente) “Otras actividades” incluye beber agua y actividades varias.	47

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue comparar las características cárnicas del jabalí (*Sus scrofa* L.) y el cerdo doméstico (*Sus scrofa domesticus* Erxleben) criados bajo un sistema de producción semi-extensivo. Durante 148 días, los animales pastorearon en una pradera que contenía *Lolium perenne* L. y *Trifolium repens* L. desde las 8:00 h hasta las 16:00 h, después de lo cual tuvieron acceso a una dieta suplementaria *ad libitum* por una hora y finalmente fueron alojados en corrales con temperatura y ventilación controlada hasta el siguiente día. El comportamiento animal fue evaluado 3 veces durante el estudio, es decir a los 80, 155 y 204 días de edad, por un total de 32 horas (8 horas diarias por 4 días) cada evaluación mediante el registro de todas las actividades de los animales a intervalos de 5 minutos. Todos los animales fueron faenados en un establecimiento comercial a los 7 meses de edad. Después del faenamiento, el pH de la carne (*Longissimus dorsi*, LD) se determinó a los 45 minutos y después de 24 horas. Cinco secciones del LD de 2,5 cm de espesor de cada animal fueron recogidos para el análisis de las características organolépticas, tecnológicas y nutritivas. Se utilizó el análisis de medidas repetidas para evaluar el comportamiento animal, un diseño completamente al azar se utilizó para analizar las características organolépticas, tecnológicas y nutricionales de la carne y un análisis multivariado para correlacionar las variables colectadas. Los análisis estadísticos fueron realizados con JMP 11.0 con un 5 % de significancia. El jabalí mostró ser más activo que el cerdo doméstico (porcentaje de tiempo activo, 54,05% vs. 32,49%, respectivamente). Las características de la carne tales como la textura, pH inicial, pH final, ácidos grasos saturados (AGS), ácidos grasos monoinsaturados (AGM) y el análisis sensorial del músculo LD, fueron similares en ambos grupos. La luminosidad (38,65 vs. 48,40), enrojecimiento (8,68 vs. 5,83), ácidos grasos poliinsaturados (AGP, 19,83% vs. 12,23%), relación poliinsaturados/saturados (0,43 % vs. 0,24 %), ω -3 (2,12 % vs. 0,68 %), ω -6 (17,71% vs. 11,55%), relación omega 3 (ω -3, 8,73 vs. 4,17) y colesterol (67,67 mg/100 g vs. 53,08 mg/100 g) fueron mayores para el jabalí Sin embargo, se observó lo contrario para el amarillamiento (9,65 vs. 10,43) y pérdida de agua total (15,27% vs. 18,28%, $P < 0,05$). Altas correlaciones fueron encontradas entre el comportamiento animal, características organolépticas, tecnológicas y nutricionales en el jabalí y cerdo doméstico.

Palabras clave: comportamiento animal, organolépticas, tecnológicas, monoinsaturados, poliinsaturados.

ABSTRACT

The aim of this study was to compare the meat characteristics of wild boar (*Sus scrofa* L.) and the domestic pig (*Sus scrofa domesticus* Erxleben) raised under a semi-extensive production system. For 148 days, the animals grazed a pasture containing *Lolium perenne* L. and *Trifolium repens* L. from 8:00 h until 16:00 h, after which they had access to a supplemental diet ad libitum for one hour and finally were housed in pens with controlled temperature and ventilation until the following day. Animal behavior was evaluated three times during the study, that is 80, 155 and 204 days old, for a total thirty-two hours (eight hours daily for four days) each evaluation by recording all of the animals activities, at five-minute intervals. All animals were slaughtered in a commercial facility at seven months of age. Following slaughter the pH of the meat (*Longissimus dorsi*, LD) was determined at 45 minutes and following 24 hour. Five sections of the LD of 2.5 cm thick from each was collected for analysis of the organoleptic, technological and nutritive characteristics. A repeated measures analysis was used to evaluate animal behaviour, a completely randomized design was used to analysis organoleptic, technological and nutritive characteristics of the meat and a multivariate analysis to correlate the collected variables. Statistical analysis was performed with JMP 11.0 with a 5% significance. Wild boar were shown to be more active than domestic pig (percentage of time active, 54.1% vs. 32.5%, respectively). Meat characteristics such as texture, initial pH, final pH, saturated fatty acids (SFA), monounsaturated fatty acids (MUFA) and the sensorial analysis of LD muscle, were similar in both groups. The luminosity (38.7% vs. 48.4%), redness (8.7 vs. 5.8), polyunsaturated fatty acids (PUFA, 19.8% vs. 12.2%), polyunsaturated/saturated ratio (0.4% vs 0.2%), ω -3 (2.1% vs. 0.7%), ω -6 (17.7% vs. 11.6%), ω -3/ ω -6 ratio (8.7 vs. 4.2) and cholesterol (67.7 mg/100 g vs. 53.1 mg/100 g) were greater for wild boar. However, the opposite was observed for yellowness (9.7 vs. 10.4), total water loss (15.3% vs. 18.3%, $P < 0.05$). High correlations were found between animal behaviour, organoleptic, technological and nutritive characteristics in the wild boar and domestic pig.

Key words: animal behaviour, saturated, organoleptic, technological, monounsaturated, polyunsaturated.

1. INTRODUCCIÓN

Los principales avances tecnológicos, tanto en la producción de carne como en su comercialización, sucedidos en los últimos años, han dado lugar a un aumento en la producción global de carne, que tanto en mercados nacionales como internacionales son apetecibles y requeridas para su consumo (Skewes y Morales, 2006). El consumo de carnes tradicionales (ave, cerdo y bovino) en Chile hasta el año 2014 alcanzó los 87,3 kg/habitante/año, de los cuales, el cerdo representó el 28 % (Aguirre y Amunátegui, 2015). A pesar de que no existen datos sobre el consumo de carnes exóticas como la del jabalí en Chile, es importante indicar que este tipo de carnes presenta un bajo tenor graso y bajo colesterol, lo cual hace que sea catalogada como una carne más saludable que la del cerdo doméstico (Skewes, 2003), y aunque su precio es superior en relación a la del cerdo, esta es apetecible sobre todo en mercados de países europeos (FIA, 2010).

El jabalí europeo es un animal monogástrico muy similar al cerdo doméstico ya que constituyen la misma especie (*Sus scrofa*; Skewes, 2004). Siendo en este caso, una de las posibilidades la práctica fraudulenta de sustitución de la carne de jabalí por carne de cerdo. Lo anterior, debido principalmente al alto precio que alcanza la carne de jabalí en el mercado. Esta es una de las razones por las que se propone el presente estudio, el cual incluye un análisis del comportamiento de los animales y de la calidad de sus carnes bajo un sistema de producción semi-extensivo, para luego describir los principales parámetros de calidad organoléptica, tecnológica y nutricional de la carne, estableciendo aspectos de diferenciación de carnes procedentes de estos dos grupos de animales.

1.1 Descripción del jabalí europeo y del cerdo doméstico

El jabalí es un animal monogástrico de la familia de los suidos, los cuales se originan en los bosques europeos, siendo considerado el ancestro del cerdo doméstico. El cerdo

doméstico y el jabalí, se encuentran compartiendo la misma especie *Sus scrofa* (Skewes, 2004).

De acuerdo con Skewes y Morales (2006) en Chile el jabalí europeo es utilizado con fines comerciales, encontrándose tanto en estado silvestre como en cautiverio. Entre los años 1991 y 2000 se registró un aumento poblacional, lo cual se explica por la aplicación de avances tecnológicos tanto en la producción como en la comercialización, mismos que han sido realizados con el apoyo de la Corporación del Fomento de la Producción Chilena (CORFO) y de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA).

Según lo señalado por Jabachile (2007) el jabalí presenta diferencias en la apariencia y forma con el cerdo doméstico, incluyendo entre estas el color de su pelaje, desarrollo de los caninos, un mayor desarrollo de las extremidades anteriores con respecto a las posteriores, al igual que la cabeza. Las orejas son erguidas y pequeñas a diferencia de las del cerdo que son grandes y tienden a caer hacia adelante (Rosell *et al.*, 2001; Aravena y Skewes, 2007).

Una de las principales desventajas en la producción de jabalí es la tasa de crecimiento, siendo esta más lenta, alcanzando aproximadamente un peso de 60 kg en 365 días, mientras que en el cerdo se obtienen 100 kg de peso en la mitad del tiempo (Lundström *et al.*, 1995; Espinoza, 2003). Con respecto a los requerimientos nutricionales diarios, Novoa (2002), indica que los jabalíes consumen menos alimentos con relación a los cerdos.

Por otro lado cabe mencionar que Skewes *et al.* (2008), indicaron que genotípicamente el jabalí europeo “puro” presente en Sudamérica, específicamente en el Sur de Chile, tiene un componente cromosómico de $2n=36$ el cual difiere del cerdo doméstico (Tabla 1), ya que este último exhibe un par extra de cromosomas que de acuerdo a Sales y Kotrba (2013) es de $2n=38$ cromosomas.

Tabla 1. Diferencias cromosómicas de *Sus scrofa* en Sur América.

País	Especies	Número	Número de Cromosomas (2n)	Origen
Chile	<i>Sus Scrofa</i>	20	36-37-38	Granja
Chile	<i>Sus Scrofa</i>	200	36-37-38	Granja
Chile	<i>Sus Scrofa</i>	11	36	Salvaje
	<i>S. scrofa scrofa</i>	593	36	
Brazil	<i>S. scrofa</i> (híbrido)	400	36	Granja
	<i>S. scrofa</i> (híbrido)	144	37	
	<i>S. scrofa</i> (híbrido)	517	37	
Brazil	<i>S. scrofa</i> (híbrido)	176	38	Granja
	<i>S. scrofa domestica</i>		38	

Fuente: Adaptado de Aravena y Skewes (2007)

Adicionalmente a las diferencias del fenotipo y del genotipo hay que resaltar además que los atributos de la carne y características productivas en el jabalí europeo son diferentes a la del cerdo doméstico (Lundström *et al.*, 1995; Universidad de Chile, 2004). Cabe citar como ejemplo que los niveles de grasa y colesterol presentes en el lomo del jabalí son menores (30,9 g y 45 mg/100 g respectivamente) en relación a los contenidos en el cerdo doméstico (56,6 g y 101 mg/100 g respectivamente) (Sudom *et al.*, 2001; de la Vega, 2003; USDA, 2004 todos citados por Hodgkinson *et al.*, 2008).

1.2 Características productivas de los suidos

De acuerdo a Rosenvold y Andersen (2003) la producción de suidos en el pasado era muy diversificada dependiendo en gran parte del clima, suelo, vegetación de las zonas agrícolas, tipo de razas empleadas, condiciones socioeconómicas, condiciones de explotación y tecnología empleada. Sin embargo, el constante incremento de la competencia por la producción de cerdos, ha confluído a que los sistemas productivos actualmente resulten de efectos interactivos entre las condiciones de alojamiento (tipo de suelo, espacio, temperatura ambiental, acceso al aire libre y la influencia de la actividad física entre otras), la composición y el nivel de alimentación de tal manera que se pudiera incrementar el rendimiento animal, así como también los rasgos de la canal y de la carne (Lebret, 2008).

Por otro lado Edwards (2005) señaló que la percepción de los consumidores por sistemas de producción de animales más humanitarios permite que existan diferencias productivas en los sistemas de producción extensivo, intensivo o semi intensivo.

En Chile, la producción de jabalí puede llevarse a cabo en sistemas de producción extensiva así como en semi-intensiva o semi-extensiva mientras que en el cerdo doméstico además de los anteriores se pueden producir en sistemas de producción intensiva. En los sistemas extensivos se simulan las condiciones naturales del animal utilizando praderas como fuente de alimento. En tanto en los sistemas semi-extensivos el crecimiento se realiza tanto al aire libre como en corrales, con una alimentación que se basa en granos, subproductos y/o pradera (Skewes y Morales, 2006; Hodgkinson *et al.*, 2009) y alojamientos con temperatura y ventilación controlada (Quijada *et al.*, 2012). Finalmente, los sistemas de producción intensiva los animales crecen en corrales con altos niveles de bioseguridad lo cual previene el ingreso y propagación de enfermedades infecciosas (Cubillos, 2012). La carne procedente de animales criados en sistemas semi-extensivos en los cuales destacan la actividad física, el consumo de praderas, el medio ambiente y el bienestar animal podrían reflejar un producto con nutrientes benéficos para la salud humana (Coma *et al.*, 1999; Karlsson *et al.*, 1999; Graziotti *et al.*, 2000; Bogucka *et al.*, 2008; Dai *et al.*, 2009; Oshima *et al.*, 2009), ya que dichos factores sea por sí solos o en conjunto pueden influir sobre la tipificación muscular, las características organolépticas, tecnológicas y nutricionales de la carne.

1.2.1 Sistemas de producción para jabalíes

En Chile, el jabalí europeo se encuentra presente desde 1937 en forma silvestre en la cordillera de los Andes, pero a partir de los años noventa, fueron establecidos en criaderos o en cautiverio con el objetivo de producirlos con fines comerciales (Skewes, 2004; Skewes y Morales, 2006; FIA 2010). En el año 2000, debido a la aplicación de avances tecnológicos tanto en la producción, comercialización e implementación de sistemas de producción en zonas de la precordillera, la oferta de carnes “no tradicionales” como la del jabalí tuvo un interesante crecimiento (Universidad de Chile, 2004; Skewes y Morales, 2006).

Hasta el censo agropecuario realizado en el año 2007, en el país existieron una diversidad de criaderos de jabalí, los cuales alcanzaron una población estimada de 6.158 cabezas, para producción de carne, y cuya pureza genética es variable o incierta (Skewes, 2004). Según Novoa (2002) la producción de jabalí puede realizarse en tierras marginales de pasturas, ya que su requerimiento en cuanto a labores es menor en comparación a otro tipo de producciones. En Chile, la producción puede llevarse en sistemas semi-extensivos ya que un 80% de los jabalíes comercializados provienen de este sistema productivo.

Lebret *et al.* (2002), Edwards (2005), Lebret *et al.* (2011), Blumetto *et al.* (2013), señalaron que la actividad física, el consumo de forraje y la temperatura ambiental del sistema de producción al aire libre pueden intervenir en ciertos parámetros de calidad de la carne como: el pH, deposición de grasa, perfil de ácidos grasos y color. A lo que Łyczyński *et al.* (2006) indicaron que el consumo reducido de forraje y consumo *ad libitum* de concentrado, propio de estos sistemas, ocasionan una reducción en la tasa de crecimiento, incrementando el contenido de carne magra y reduciendo el contenido de grasa intramuscular y ternura.

1.2.2 Sistemas de producción para cerdos domésticos

La Asociación de Producción de Cerdos en Chile (ASPROCER) indica que la carne de cerdo representa el 40 % del consumo mundial de carne. En Chile las existencias de ganado porcino a nivel nacional eran de 2.945.370 de cabezas en el VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal del 2007, pero al año 2012 el número de cerdos se incrementó a las 3.325.481 de cabezas, lo que indicaría un crecimiento en la producción de carne de cerdo, el que de acuerdo a la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) se explica por la calidad, sanidad y eficiencia del producto final desarrollado a partir del control de todas las etapas de proceso, crianza del cerdo, control sobre los alimentos, bienestar animal y hábitat en el que se desarrollan.

De acuerdo con Cubillos (2012), en Chile la producción porcina estaba dada por empresas cuyas actividades se realizaban de forma independiente y aislada, mientras que en la actualidad estas empresas se encuentran organizadas y asociadas con el

objetivo de satisfacer mercados nacionales e internacionales con altos niveles de exigencia como Japón, Corea del Sur y la Unión Europea.

En el país existen un total de 30 criaderos de cerdos ubicados entre la V y la IX Región, de los cuales cerca del 90 % producen en sistemas de producción permanente en corral con altos niveles de bioseguridad, mismos que previenen el ingreso y propagación de agentes infecciosos. No obstante un 10 % de estos criaderos que son en su mayoría administrados por pequeños productores quienes presentan deficiencias de bioseguridad (Barcelo y Marco, 1998; Pinto y Urcelay, 2003; Blumetto *et al.*, 2012; Hamilton *et al.*, 2012).

1.3 Comportamiento de los animales

Según Hernández *et al.* (2007), el comportamiento o conducta es una manifestación externa que se da a partir de las características morfológicas y fisiológicas visibles, las cuales son controladas por la relación del animal con el entorno ambiental y con los seres vivos que están presentes en él.

De acuerdo a Stolba y Wood-Gush (1989), Studnitz *et al.* (2007) y Presto *et al.* (2009), los cerdos que nacen y crecen en ambientes semi-naturales exploran el entorno para buscar su alimento, dedicando un 52 % de la luz del día para escarbar y pastorear y un 14 % en caminar, correr o jugar. El comportamiento exploratorio de los cerdos es uno de los recursos importantes que influyen sobre el patrón de actividades e interacciones sociales (Presto *et al.*, 2009). Tomando en cuenta que estas especies son de la misma familia, el comportamiento del jabalí es casi similar al del cerdo doméstico, ya que en un período de ocho horas Hodgkinson *et al.* (2009) indicaron que el jabalí europeo pastoreaba y escarbaba un 43 % del día, mientras que a las actividades de locomoción (correr, caminar o jugar) dedicó un 10 % del día, dejando un porcentaje restante para la realización de otras actividades como estar echado (Figura 1).

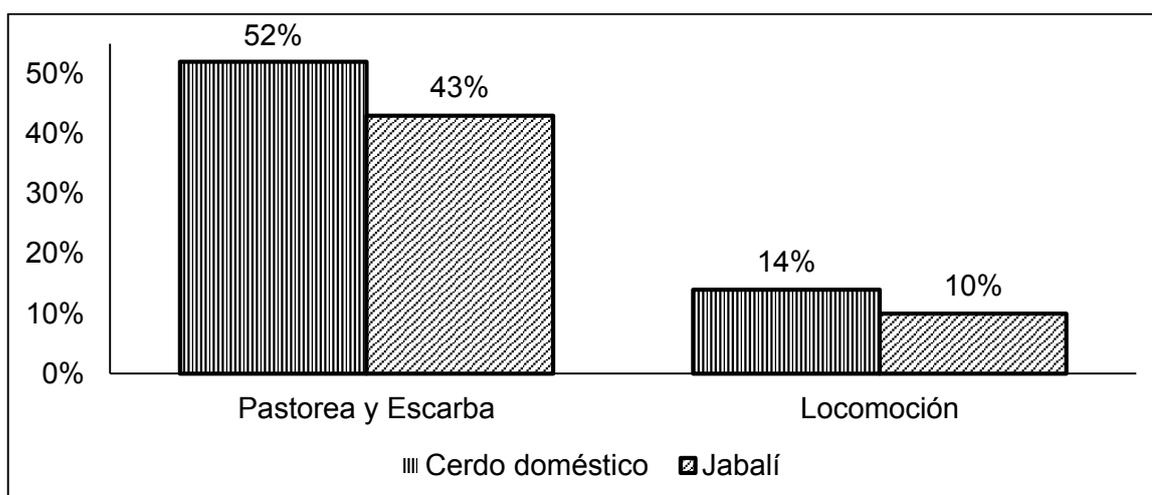


Figura 1. Principales actividades realizadas por el jabalí y cerdo doméstico en un sistema de producción semi-extensiva.

Fuente: Adaptado de Stolba y Wood-Gush (1989), Studnitz *et al.* (2007), Hodgkinson *et al.* (2009) y Presto *et al.* (2009)

A pesar de que el porcentaje en las actividades de locomoción es mínimo (Figura 1), cabe mencionar que el ejercicio físico favorece la acumulación de pigmentos hemínicos, los cuales consiguen un mayor metabolismo oxidativo con el objetivo de potenciar las coloraciones rojas de la carne (Bote *et al.*, 2000), lo que también implica un aumento en el almacenamiento de glucógeno, disminuyendo así el pH final de la carne (Bonneau y Leuret, 2010).

1.4 CARACTERÍSTICAS DE LA CARNE

1.4.1 Calidad de la carne

La “calidad de la carne” es una medida en la que los factores sensitivos, fisiológicos, psicológicos y extrínsecos determinan la aceptabilidad de la carne en un mercado en el cual su calidad nutricional, calidad organoléptica (color, aroma, sabor y textura), calidad higiénica y calidad tecnológica influyen en la aceptación o rechazo de la carne (Sánchez *et al.*, 2010; Morales *et al.*, 2013). Básicamente las características de calidad de la carne

dependen de la finalidad del producto final, ya sea para consumo directo o industrialización (López-Vargas, 2007 citado por Sánchez *et al.*, 2010).

Los parámetros de calidad de la carne, sirven para decidir y fidelizar una compra. Estos parámetros son evaluados de forma consciente o inconsciente por el consumidor y por la industria. En el caso de los consumidores las características organolépticas como color, textura, sabor, jugosidad e infiltración de la grasa son los más relevantes, mientras que la industria cárnica centra su atención en las características tecnológicas como pH, color, capacidad de retención de agua, textura, estabilidad oxidativa, perfil de ácidos grasos y contenido de colesterol (Collen, 1997; Coma *et al.*, 1999; Gallo, 2010; Sánchez *et al.*, 2010).

Campion (2013) señala que los sistemas de producción usados en la explotación de cerdos pueden interferir en la obtención de productos beneficiosos para la salud humana, los cuales se diferencian por los parámetros de calidad de la carne. A esto se puede añadir los argumentos de Sundrum *et al.* (2000), Danielsen *et al.* (2000), Jonsäll (2001), Rosenvold y Andersen (2003), Olsson y Pickova (2005) quienes señalan que los cerdos criados en sistemas de producción al aire libre, en los que se consume pasto y dieta suplementaria, pueden incrementar los rendimientos de la canal, la grasa intramuscular y producir una carne más tierna. También, es importante aclarar que el forraje utilizado como alimento en estos sistemas, aunque ha sido poco estudiado, contiene compuestos secundarios que potencializan el sabor de la carne, el contenido de ácidos grasos insaturados, ácidos grasos ω -3, vitamina E y antioxidantes (Nilzen *et al.*, 2001; Hogberg *et al.*, 2002).

1.4.2 Características organolépticas de la carne

De acuerdo con Sánchez *et al.* (2010) las características organolépticas de la carne son todas aquellas descripciones físicas y químicas que tiene la carne, las cuales son perceptibles por los sentidos que demandan y cuantifican los consumidores.

1.4.2.1 Color

Para el consumidor, la calidad de la carne es apreciada por sus propiedades organolépticas. Entre estas, el color es uno de los principales factores que ayudan a juzgar la calidad de la carne. Siendo así una sensación subjetiva que resulta de las respuestas fisiológicas y psicológicas de las diversas radiaciones luminosas del espectro visible de longitudes de onda entre 380 y 780 nm (Sánchez *et al.*, 2010).

La determinación del color en la carne se realiza por métodos visuales o instrumentales, basados principalmente en métodos colorimétricos en el que a la carne se evalúa con la escala de Hunter, en el cual existen variables como: L^* ubicado verticalmente e indica la luminosidad y toman valores de 100 *blanco* o 0 *negro*, a^* y b^* los cuales se ubican horizontalmente, moviéndose entre a^* rojo (+) hacia a^* verde (-) y el ultimo valor es entre b^* amarillo (+) y b^* azul (-) (Figura 2; Muchenje *et al.*, 2009; Braña *et al.*, 2011).

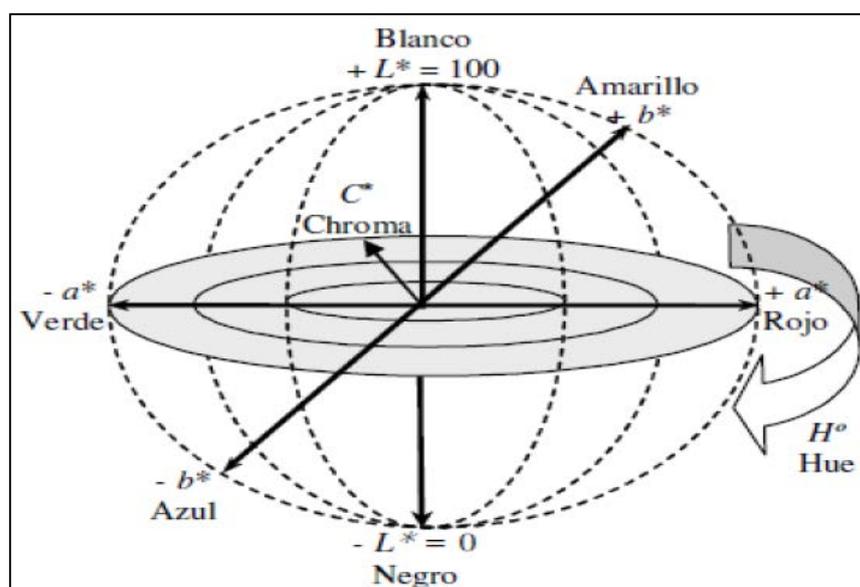


Figura 2. Espacio del color en la escala Hunter L^* a^* b^*

Fuente: Tomado de Braña *et al.* (2011)

En lo que respecta a la coloración de la carne, cabe señalar que el pigmento rojo que proporciona esta característica es conocido como mioglobina. Aunque también el color se debe al pigmento sanguíneo llamado hemoglobina y a una cromoproteína (Forrest *et al.*, 1979). Específicamente la mioglobina es la reserva de oxígeno para las fibras musculares, la cual a mayor o menor concentración determina la tonalidad oscura o

clara del músculo respectivamente. La concentración alta o baja de esta proteína está dada por la especie, dieta, edad, sexo y tipo de músculo (Concellon, 1991; Mamani *et al.*, 2014). Sumado a lo anterior, Edwards (2005) señala que la diversidad ambiental propia de los sistemas al aire libre, estimula el comportamiento exploratorio en cerdos lo cual incrementa el ejercicio y por ende cambia la tonalidad muscular.

En estudios del color de la carne, Marchiori y Felício (2003) en Brasil, determinaron el color (L^* a^* b^*) en el músculo *Longissimus dorsi* (LD) del cerdo doméstico y jabalí, encontrando que a las 24 horas de faenamiento los cerdos de su estudio tenían un color en un rango crítico ($L^*=57,1-61,3$ $a^*=6,5-8,6$ $b^*=15,2-16,8$) para PSE (Pálida, Blanda, Exudativa) que se debe fundamentalmente a la palidez de su carne, resultado similar al obtenido por Nold *et al.* (1999) quienes indicaron que el color de la carne de cerdos faenados con 100 y 110 kg presentaron valores superiores de L^* los cuales se debieron a una deficiencia en la pigmentación del músculo. Marchiori y de Felício (2003) indicaron también que la carne de jabalí mantuvo sus valores de color con normalidad, pero la coloración de la carne de jabalí fue más oscura a las 24 y 48 horas en comparación a la del cerdo, lo cual puede deberse a la actividad física. Asimismo, Schwagele *et al.* (1995) y Sales y Ktorba (2013) indicaron que la coloración de la carne de jabalí en el músculo LD es menos luminosa (L^*) y más roja (a^*) al ser comparada con la del cerdo doméstico (Tabla 2).

Tabla 2. Coloración ($L^*a^*b^*$) del músculo *Longissimus dorsi* de jabalí y cerdo.

COLORACIÓN	Jabalí (24hr) ₁	Jabalí (48hr) ₁	Cerdo (24 hrs) ₁	Cerdo (48 hrs) ₁	Jabalí cazado ₂	Jabalí criado ₂	Cerdo ₂
L^* (luminosidad)	51,30	49,82	58,63	59,00	43,62	45,92	47,85
a^* (enrojecimiento)	7,94	9,50	5,16	7,65	12,39	7,26	6,37
b^* (amarillamiento)	13,24	12,99	14,47	16,38	11,97	10,64	10,23

Fuente: (1) Adaptado de Marchiori y de Felício (2003) y (2) Sales y Ktorba (2013)

$L^*a^*b^*$ Color de la carne de acuerdo a la escala de Hunter

Siguiendo este mismo argumento, Gentry *et al.* (2004) y Liorančas *et al.* (2007), indicaron que los cerdos nacidos y criados al aire libre tienen también lomos más rojos que cerdos criados al interior, lo que hace pensar que el color de la carne se puede mejorar al alterar el espacio disponible. Por otro lado, Araujo *et al.* (2011) indicaron que la alimentación, es decir el contenido de lípidos del forraje (4 a 12 % de la MS) propio de los sistemas semi-extensivos inciden sobre la coloración de la carne. Mientras que

Graziotti *et al.* (2000) señalaron que la coloración clara u oscura en los músculos de los animales depende también del porcentaje de fibras oxidativas de lenta o rápida contracción así como de las fibras no oxidativas (fibras I, IIa y IIb).

1.4.2.2 Textura

La textura es el atributo sensorial que perciben los consumidores de carne mediante las impresiones de tipo mecánico, táctil o visual (Sánchez *et al.*, 2010; Braña *et al.*, 2011). Mamani *et al.* (2014) también han definido a la textura como la facilidad con que la carne se deja masticar.

Es importante señalar que la textura como característica organoléptica de la carne se encuentra directamente determinada por los parámetros como el estado de rigor mortis, la capacidad de retención de agua, la grasa intramuscular, la jugosidad, la terneza (factor importante en la calidad de la carne) y el color de la carne, las cuales son muy variables dependiendo de la especie, raza, sexo y peso del animal (Beltrán y Roncales, 2000; Kim *et al.*, 2008; Sánchez *et al.*, 2010).

Por otro lado Dransfield *et al.* (1984), indicaron que la textura de la carne cocida dispone de dos componentes: la terneza y la jugosidad, mismas que explican la diferencia entre las carnes ya que carnes menos jugosas son menos tiernas.

La terneza es considerada por el consumidor como uno de los componentes más importantes en la calidad de la carne, en la que se valora la fuerza de corte, y en la que se determinan factores como: la cantidad de colágeno del tejido conjuntivo el que a su vez se relaciona con la edad (a mayor edad más dura la carne), la contracción del músculo antes o después del rigor mortis (relación de reserva de glucógeno y temperatura, edad del sacrificio (+músculo/-grasa), asimismo el frío durante la congelación y descongelación pueden provocar dureza de la carne, y la cantidad de grasa intramuscular (Coma *et al.*, 1999; Sánchez *et al.*, 2010).

Szmańko *et al.* (2007), evaluaron los parámetros físico-químicos de la carne de jabalí salvaje y cerdo doméstico industrial en la que demostraron que la fuerza de cizallamiento (kgf) de la carne de jabalí es menor en comparación con carne de cerdo

doméstico. De acuerdo a Paredes (2002), esto se debe a la actividad física que realizan los jabalíes en estado salvaje y que se representan fundamentalmente en los músculos que realizan esta acción. Sin embargo, en estudios descritos por Jonsäll (2000), señalan que no existe influencia de la actividad física sobre la textura de la carne.

1.4.2.3 Sabor

El sabor es una de las características organolépticas más valoradas por los consumidores e importante atributo de la calidad de la carne (Sánchez *et al.*, 2010).

Según Coma *et al.* (1999) los factores que determinan el sabor de la carne son: el contenido de grasa en la carne y el depósito de compuestos en la grasa animal proveniente del alimento. Hargreaves y Peña (2005) indicaron que la edad repercute sobre el sabor de la carne, ya que animales viejos presentan un mayor sabor de carne que animales jóvenes debido al mayor contenido graso, mientras que en lo referente al alimento los mismos autores señalan que las plantas como las leguminosas contienen compuestos que inducen sabores específicos en la carne, mismos compuestos que son más altos en plantas jóvenes por lo que la estación climática puede tener un efecto sobre el sabor de la carne (Moloney, 1999 citado por Hargreaves y Peña, 2005).

1.4.2.4 Jugosidad

De acuerdo con Moloney (1999) citado por Hargreaves y Peña (2005), la jugosidad es el componente principal de la textura y palatabilidad de la carne, la cual se caracteriza por: 1) el contenido de agua que es liberado de la carne a partir de los primeros mordiscos y 2) por el efecto de la grasa en la producción de saliva. Los autores mencionados indican que ésta propiedad depende de la edad del animal, ya que animales jóvenes tienen una carne más jugosa pero con deficiencia de grasa que el consumidor luego de un tiempo de masticado la percibirá como seca.

Según Daszkiewicz *et al.* (2005) un mayor contenido de grasa en la carne está acompañado por un mayor número de vetas de grasa, las cuales incrementan su jugosidad (3,24 % a 3,60 %). El mismo autor señala que valores sobre el 3 % de grasa causan una mayor jugosidad y pueden considerarse para el consumidor como una carne indeseable. Por su parte Price y Schweigert (1994) indicaron que existe relación entre

la jugosidad y la dureza, ya que a menor dureza, más rápido se liberan los jugos al masticar, mientras que en carnes duras, si la liberación de grasa y jugo es lenta y más uniforme, la jugosidad puede ser mayor.

1.4.2.5 Grasa

La grasa intramuscular es el depósito adiposo que está visible en los espacios interfasciculares de las fibras musculares (Coma *et al.*, 1999; Sánchez *et al.*, 2010) denominada comúnmente como marmoleado y que se debiera presentar uniforme y finamente en el seno del músculo (Beriaín *et al.*, 2005).

Cabe señalar que su contenido y calidad es de importancia en la valoración de la carne (Daszkiewicz *et al.*, 2005; Sánchez *et al.*, 2010), la cual se relaciona estrechamente con las características organolépticas de jugosidad, sabor y aroma de la carne (Coma *et al.*, 1999; Galían, 2007; Wood *et al.*, 2008; Sánchez *et al.*, 2010).

Daszkiewicz *et al.* (2005 a) señalaron que una carne fresca de calidad organoléptica debe tener un óptimo entre 2 a 3 % de grasa intramuscular en el lomo a nivel de la última costilla, la cual se concentra con la edad y con la disminución en la actividad.

Estudios sensoriales en el músculo *Longissimus dorsi* de cerdos y con la ayuda de paneles especializados, se ha indicado que el contenido de grasa intramuscular varía entre 1,52 % y 3,20 % relacionándose estrechamente con el incremento de la grasa y materia seca (Daszkiewicz *et al.*, 2005 b). Sin embargo, los valores que no son superiores al 2,5 - 3,5 % de grasa intramuscular pueden provocar un *no rechazo* de la carne por parte del consumidor por su aspecto visual (Fernández *et al.*, 1999). Aunque en productos curados de calidad valores entre 3,5 y 4,0 % son los óptimos (Reixach, 2004 citado por Galían, 2007).

Algunos estudios sobre la grasa intramuscular indican que el contenido en animales producidos en sistemas de crianza al aire libre, es mayor independientemente de la grasa de la canal, al ser comparados con animales criados en sistemas de producción intensiva (Lebret *et al.*, 2011), en los que si bien se pudiera obtener un mayor contenido de grasa intramuscular esta última estaría relacionada con la grasa de la canal (Gentry *et al.*, 2002). En tanto Rosenvold y Andersen (2003) indicaron que la carne de animales

criados en sistemas al aire libre es rica en ácidos grasos insaturados debido al aporte del forraje en la alimentación, el cual aumenta el riesgo de una oxidación lipídica y provoca una grasa blanda que sería de inferior calidad. Sather *et al.* (1997) indicaron que los músculos *Longissimus thoracis* y *Semimembranosus* de cerdos producidos al aire libre tanto en invierno como en verano tienen un 25 % menos de grasa intramuscular que los cerdos alojados en confinamiento.

1.4.3 Características Tecnológicas de la Carne

Las características tecnológicas de la carne son el conjunto de propiedades morfológicas, anatómicas, sensoriales, higiénicas y bioquímicas que en conjunto permiten obtener un producto final elaborado que sea aceptado en primera instancia por el consumidor, de buen rendimiento económico para la industria y que minimice los efectos en la producción y conservación (Sánchez *et al.*, 2010; Mamani *et al.*, 2014).

Coma *et al.* (1999) y también Braun y Pattacini (2011) indicaron que las características tecnológicas de la carne dependen de factores como la raza del animal, tipo de alimentación y el estrés antes o durante la faena, mismas que son de importancia en la calidad de la materia prima y que básicamente son: el pH, la capacidad de retención de agua, la composición de ácidos grasos, el contenido de colesterol y la temperatura.

1.4.3.1 El pH

El pH de la carne influye sobre las características de color, terneza, sabor, capacidad de retención de agua y conservación de la carne así como también en la calidad final del producto (Eikelenboom *et al.*, 1996; Galán, 2007). Esta calidad se encuentra influenciada directamente por la evolución en la caída del pH después de la faena debido a la composición, estructura y potencial glicolítico del músculo (Graziotti *et al.*, 2000), lo que produce un cambio estructural de las proteínas (Graziotti *et al.*, 2000; Peinado *et al.*, 2009; Mamani *et al.*, 2014). Esta caída en el pH depende de la actividad muscular antes del sacrificio y del tipo de fibras musculares, así, fibras de contracción rápidas “blancas” alcanzan valores menores de pH que fibras de contracción lenta “rojas” (Ordoñez, 1998, citado por Zimerman, 2008).

De acuerdo a lo señalado por Galían (2007), en el animal vivo existen dos vías metabólicas que proporcionan la energía al músculo: primero la vía anaeróbica o glicolítica que no requiere de oxígeno, degradando a la glucosa hasta Acetil-CoA; y segundo la vía aeróbica u oxidativa que por el contrario requiere oxígeno que es almacenado en la mioglobina y básicamente utiliza la Acetil-CoA de la glucólisis, del catabolismo de ácidos grasos o de la desaminación de aminoácidos.

Según Garrido *et al.* (2005), citado por Galían (2007), tras la muerte del animal cesa el aporte de oxígeno y nutrientes hacia el músculo, por lo cual comienza la utilización de las reservas energéticas para sintetizar ATP con el objetivo de mantener la temperatura y las características estructurales. Sin embargo, una reducción en la síntesis de ATP genera fosfato inorgánico, el cual estimula la degradación de glucógeno a ácido láctico. Lo anterior resulta en una disminución del pH del músculo de cerdos o jabalíes desde 6,8 a 5,32-5,8 en el rigor mortis. El descenso del pH es importante en la transformación de músculo a carne (Forrest *et al.*, 1979; Marchiori y de Felício 2003; Skewes 2006) el cual depende del potencial glicolítico y de la composición y estructura del músculo. De acuerdo con Ashmore (1974) y Graziotti *et al.* (2000), el adecuado descenso del pH en músculos como el LD depende entre otras de un nivel adecuado de glucógeno y de fibras tipo IIB en el músculo antes de la faena.

Sin embargo, una conversión anaeróbica acelerada de glucógeno a ácido láctico produce un pH < 5,9 a los 45 minutos luego del sacrificio pero el pH final es similar al de la carne normal lo que produce carnes de característica pálida suave y exudativa (PSE) (Mota *et al.*, 2010), mientras que una ausencia de glucógeno durante el sacrificio del animal causa un pH final alto produciendo carnes de característica oscura, firme y seca o DFD por sus siglas en inglés (Tabla 3, Galían, 2007).

Tabla 3. Caracterización de las carnes PSE y DFD

Característica	Carne PSE	Carne DFD
Caída del pH	Muy elevada	Lenta o incompleta
pH	pH ₄₅ < 5,8	pH ₂₄ > 6,2
Color	Claro-Pálido	Oscuro
Consistencia	Suave	Firme
CRA	Escasa	Elevada
Terneza	Disminuida	Aumentada

Fuente: Adaptado de Galían (2007)
 PSE: pálida, suave y exudativa
 DFD: oscura, firme y seca
 CRA: Capacidad de Retención de Agua
 pH₄₅/pH₂₄: pH 45 minutos – pH₂₄ horas

En tal virtud Torley *et al.* (2000) citado por Sánchez *et al.* (2010), señalaron que la carne PSE es una de las alteraciones que comúnmente aparece en cerdos, en donde, el valor final del pH es menor cuando mayor es el contenido de glucógeno en el músculo al momento del sacrificio. Esta variación en el valor final del pH está regulado por una serie de factores entre los que se destacan la formación muscular del animal, el estrés físico, psíquico y ambiental al que fueran sometidos los animales pre-sacrificio (Rosenvold y Andersen, 2003; Silva *et al.*, 2005; Mamani *et al.*, 2014). En estudios relacionados al pH, Hoffman *et al.* (2003) encontraron que el pH del músculo a los 45 minutos y 24 horas no fue influenciado por los sistemas de producción convencional y al aire libre. Lebret *et al.* (2011) al determinar la calidad de la carne en dos sistemas de producción de similares características, concluyeron que estos sistemas no tuvieron efecto sobre el pH de la carne. Sin embargo, Del Puerto *et al.* (2007) compararon los sistemas mencionados en los que diferían la alimentación y desplazamiento en aves, obteniendo diferencias en el pH de sistemas convencionales (6,12-6,14) con respecto al orgánico (6,02-6,03) el cual se encontraba asociado a la baja densidad y movilización de las aves, valores que perjudicarían la calidad de la carne destinada a la industrialización. Asimismo, Sather *et al.* (1997) encontraron que el pH inicial de cerdos producidos al aire libre fue menor que el de cerdos producidos en sistemas convencionales. Mientras que Enfält *et al.* (1997), indicaron que los cerdos que fueron producidos al aire libre disponen de músculos con más glucógeno aspecto que puede implicar un riesgo al producir carnes PSE, esta carne poseía más lactato en los procesos post-mortem y su pH final fue muy inferior, siendo este último dependiente en gran medida de la raza del animal,

ya que razas puras Duroc tienen mayores pH finales que razas Yorkshire, Landrace y Hampshire

1.4.3.2 Temperatura

De acuerdo con Zimmerman (2008) la temperatura es uno de los factores *postmortem* que incide en el grado de caída del pH debido a la producción de ácido láctico. Luego de la muerte del animal la temperatura corporal comienza a descender hasta nivelarse con la temperatura ambiental, lo cual se debe a la desaparición de los mecanismos naturales de generación y regulación de la temperatura corporal, al cese de la circulación sanguínea así como de la actividad muscular y a los cambios en la actividad metabólica tisular, factores que acentúan el enfriamiento cadavérico (Forrest *et al.*, 1979).

De acuerdo a lo señalado por Zimmerman (2008) la temperatura está relacionada con el consumo de ATP muscular el cual se lleva a cabo cuando: 1) el ATP que es utilizado para mantener las condiciones del músculo es totalmente o parcialmente remplazado por la síntesis de ATP a través de la glucólisis cuando aún existe oxígeno y 2) los niveles de ATP comienzan a descender debido a una ausencia de oxígeno y una ausencia del ciclo de refosforilación. Donde debido a la glucólisis anaeróbica se origina la depleción de glucógeno muscular e incremento intracelular de ácido pirúvico y láctico, mismos que al no poder ser eliminados por falta de la circulación sanguínea producen la caída del pH y del ATP (Maltin *et al.*, 2003).

Según Warris (2000) el ritmo de caída de la temperatura depende de la especie, raza, tamaño y peso corporal, cobertura de grasa subcutánea, temperatura y humedad del ambiente. Por lo que las canales más grandes se enfrían lentamente, al igual que aquellas canales que disponen de una capa de grasa más gruesa la cual actúa como aislante térmico para los músculos y huesos.

De acuerdo con Zimmerman (2008) un manejo de enfriado rápido antes de la instauración del rigor mortis (menor a 10 °C) produce una carne más dura, situación que es causada por el acortamiento por frío. En tanto Silveira (1997) citado por Marchiori y de Felício (2003) señala que el rápido enfriamiento de cortes comerciales reduce la incidencia de carnes PSE y contribuye con una mejor calidad microbiológica. Sin embargo, Barrera *et*

al. (2008) recomiendan que la temperatura de la canal no se encuentre por debajo de los 10 °C antes de las 10 h post-mortem o antes de que el pH descienda hasta 6,0.

Marchiori y de Felício (2003) midieron la temperatura del LD de cerdo y jabalí durante (1; 2; 6; 12; 24 y 48 horas *postmortem*), y observaron que la temperatura a la primera hora *postmortem* era de 30,2 °C para el jabalí y 34,3 °C para el cerdo doméstico, disminuyendo progresivamente hasta las 12 horas *postmortem*, para finalizar con una temperatura promedio de 9,5 °C para el jabalí y de 13,2 °C para el cerdo doméstico ($P < 0,05$). Los autores indicaron que los altos valores de temperatura presentada en el músculo LD de cerdos se deberían a los altos pesos de la canal (80-120 kg en cerdos vs. 20-45 kg en jabalí; Figura 3).

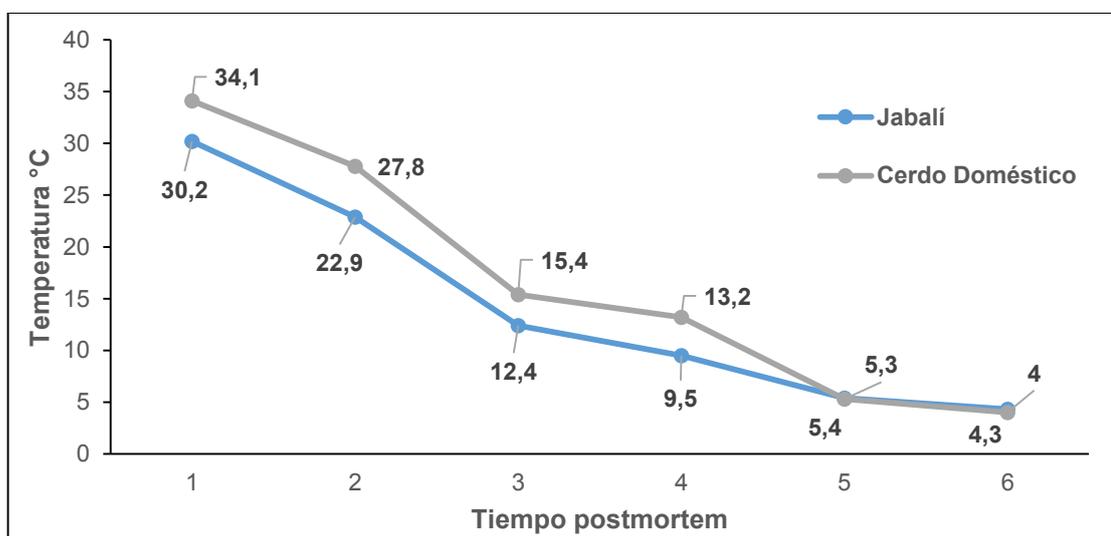


Figura 3. Temperatura *postmortem* en el *Longissimus dorsi* de jabalí y cerdo

Fuente: Adaptado de Marchiori y de Felício (2003)

1.4.3.3 Capacidad de retención de agua

Sánchez *et al.* (2010) señalaron que la capacidad de retención de agua (CRA) es la propiedad más estudiada de la carne, de la cual dependen el color, la firmeza y la textura. La CRA se define como la propiedad de una proteína cárnica para retener agua tanto propia como añadida en el proceso de elaboración (corte, calentamiento, trituración y prensado) o conservación de la carne (Micklander *et al.*, 2005; Zhang *et al.*, 2005) la cual depende del: 1) espacio libre donde se retiene el agua (zona H) y 2) la disponibilidad de moléculas que puedan enlazarse con las moléculas de agua (Sánchez

et al., 2010). La CRA es de especial interés ya que influyen en las pérdidas de peso que se producen por la liberación de jugos en toda la cadena de transformación y la calidad del producto final (Muchenje *et al.*, 2009; Mamani *et al.*, 2014).

La carne proveniente de animales sacrificados contiene aproximadamente un 75 % de agua (Huff-Lonergan, 2002), lo que depende en gran medida de la especie, el músculo y de la cantidad de grasa (Galán, 2007). Parte de ésta agua, tras el sacrificio, se pierde con la manipulación de la carne hasta en un 40 %, debido a la evaporación en el enfriamiento de las canales y a la pérdida por goteo como consecuencia del corte de tejidos o bien por el cocinado de la carne (Galán, 2007; Muchenje *et al.*, 2009). Por otro lado se ha indicado que el contenido de agua en el músculo porcino también disminuye de 83 % en el nacimiento a 76 % en las primeras 28 semanas de vida, debido a la reducción del tejido conectivo como consecuencia del crecimiento de las fibras musculares. Además, Offer y Trinick (1983) mencionaron que las pérdidas de agua en la carne se deben a la hinchazón o reducción de las miofibrillas, causada por la expansión o contracción de la red de filamentos.

La CRA se encuentra influenciada por aspectos como: 1) el método de aturdimiento, en el cual la estimulación eléctrica puede causar una rápida disminución del pH y una menor CRA; 2) la temperatura de enfriamiento excesivamente rápida de la canal y el nivel de energía elevado del músculo tienen un efecto negativo en la CRA; 3) las actividades previas al sacrificio del animal (ayuno o actividad física) hacen que los músculos sean deficientes en glucógeno y el pH sea elevado manteniendo al CRA también elevado (Rosenvold y Andersen, 2003; Sánchez *et al.*, 2010); y hasta cierto punto por 4) el pH del músculo, mientras más alejado este el pH del punto isoeléctrico de las proteínas del músculo, más agua se retiene, es decir, que con valores de pH superiores a 5,8 se favorece la capacidad de las proteínas para ligarse con moléculas de agua (Braña *et al.*, 2011). El mismo autor señala además que la especie, la estabilidad oxidativa de las membranas, el proceso de maduración y el sistema de congelamiento o descongelamiento de las carnes son factores que afectan la CRA.

Enfält *et al.* (1997) indicaron que los cerdos producidos al aire libre tienen una menor CRA, la cual es observada por una mayor pérdida por goteo en el músculo LD. Por el

contrario, Olsson y Pickova (2005) indicaron que cerdos criados en el sistema antes mencionado tienden a incrementar la CRA.

1.4.4 Composición proximal de la carne

De acuerdo con Skewes (2003) la carne de jabalí contiene en promedio 73,2 % de humedad, 21,5 % de proteína, 4,3 % de grasa y 1,0 % de cenizas, lo cual indica que la carne de jabalí es magra y de alto valor nutritivo y energético (535 kJ). Por otro lado, el mismo autor señala que, en canales silvestres de Europa los valores proteicos y lipídicos pueden aumentar debido a las estaciones del año como en otoño. Mientras que la composición proximal de cerdos domésticos criados en sistemas al aire libre presentan 74,7 % humedad 1,52 % de lípidos, 22,83 % de proteína y 1,29 % de cenizas (Hoffman *et al.*, 2003). Lo que de acuerdo a Jeréz-Timaure *et al.* (2011) indicaría que es una carne altamente nutritiva por su excelente fuente de proteína de alto valor biológico, vitaminas y minerales que de la misma manera que la del jabalí deben ser usadas en alimentación humana.

1.4.4.1 Contenido de ácidos grasos

Los ácidos grasos tienen efectos sobre la firmeza o blandura de la grasa (Wood *et al.*, 2003), los cuales al ser examinados en el músculo y tejido graso, se presentan en mayor proporción en el tejido adiposo subcutáneo, intermuscular e intramuscular del lomo de cerdos y jabalíes (Wood *et al.*, 2008; Sales y Ktorba, 2013). Por lo que Araujo *et al.* (2011) señalaron que la calidad del tejido adiposo en relación a su valor nutricional, características organolépticas y de conservación se relacionan con la composición de ácidos grasos.

Según Nürnberg *et al.* (1998) la proporción de los ácidos grasos en los animales son influenciados por la dieta, peso corporal, edad, sexo, raza, temperatura ambiental, sitio de depósito y hormonas. Sin embargo, la composición de ácidos grasos en la carne de animales monogástricos como el jabalí depende en gran escala de la dieta (Sales y Ktorba, 2013), los cuales no se modifican en el sistema digestivo por lo que son depositados en los diferentes tejidos lipídicos (Rosenvold y Andersen, 2003; Galán, 2007).

De acuerdo con Wood *et al.* (2003), en años recientes ha habido un especial interés por manipular los ácidos grasos de la carne, especialmente aquellos que son saturados, los cuales han estado implicados negativamente con la salud humana. Es así que Nürnberg *et al.* (1998) y Strazdina *et al.* (2012) señalaron que un bajo contenido de ácidos grasos saturados (AGS) y un alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados (AGP) son esenciales para la vida y salud humana. Sanudo *et al.* (2000) señalaron que los animales alimentados con pasto tienen altas concentraciones de AGP ω -3 mientras que los animales alimentados con concentrados tienen altas concentraciones de AGP ω -6.

En estudios en jabalíes cazados o criados de manera comercial, Sales y Kotrba (2013) indicaron la presencia de ácidos grasos: palmítico (16:0), esteárico (18:0), oleico (18:1 cis-9) y linoleico (18:2 ω -6) mismos ácidos grasos que se presentan de igual manera en el cerdo doméstico. Champion (2013) señala que, los ácidos grasos de mayor importancia en la carne de cerdo son el linoleico (ω -6), linolénico (ω -3) y oleico (ω -9); cantidades que dependen del tipo de alimentación que es ofrecida a los animales. Por su parte, Quintanilla y Redondo (2013) en un estudio en el cual utilizaron bellotas, pasto y una dieta comercial rica en ácido oleico con 14 % de proteína bruta (PB), 7,4 % de grasa bruta (GB) y 3250 kcal de energía metabolizable EM en alimentación de cerdos, reportaron que el contenido de ácido linolénico (C18:3 ω -3) es mayor en dietas de pastos al diferenciarse con la bellota y el pienso comercial. De igual manera Moisés *et al.*, (2009), señalaron que al comparar la carne de cerdos alojados en confinamiento con cerdos alojados al aire libre sobre una pradera de alfalfa (*Medicago sativa* L.) y trébol blanco (*Trifolium repens* L.), estos últimos obtuvieron un elevado contenido de ácidos grasos C18:3 ω -3, así como también diferencias en el contenido de ácidos grasos monoinsaturados, ácido linoleico conjugado y eicosapentaenoico.

1.4.4.2 Contenido de colesterol

De acuerdo con Gil *et al.* (2004), el colesterol es uno de los lípidos más abundantes en alimentos de origen animal, el cual es susceptible a la oxidación durante el procesado y almacenamiento. Warris (2000), indica que se encuentra como componente estructural de las membranas celulares, así como también en el plasma sanguíneo.

Según Duraisamy *et al.* (2013), el colesterol en de alimentos de origen animal es una de las mayores preocupaciones en los consumidores, debido a la posibilidad de desarrollar

enfermedades de cardiopatía coronaria. Estas últimas, se producirían por la mayor ingesta de ácidos grasos saturados (Csapó *et al.*, 2002), mismos que incrementarían los niveles en el plasma de lipoproteínas de baja densidad (colesterol-LDL), mientras que el consumo de grasas poliinsaturadas aunque tiende a disminuir las lipoproteínas de baja densidad (colesterol-LDL) también disminuye las lipoproteínas de alta densidad del plasma (colesterol-HDL), siendo este último el protector contra enfermedades coronarias (Bohac y Rhee, 1988). Entre los ácidos grasos que incrementan las concentraciones de colesterol de baja densidad (LDL) en el plasma se encuentran: los ácidos grasos láurico (C12:0), mirístico (C14:0) y palmítico (C16:0). Sin embargo, el ácido esteárico (C18:0) a pesar de ser un ácido graso saturado como los anteriores, tiene un efecto neutral sobre la concentración de colesterol total, sin impacto sobre el colesterol LDL o HDL. (Daley *et al.*, 2010).

En cerdos los niveles de colesterol son ligeramente altos en los músculos oxidativos (*Psoas major* y *Psoas minor*) en relación con los músculos glucolíticos como el *Longissimus dorsi* en los cuales los niveles de colesterol son bajos (Chizzolini *et al.*, 1999). Kim *et al.* (2008) han reportado niveles bajos de colesterol entre los 53 mg/100 g de carne de cerdo hasta los 65 mg/100 g de carne de cerdo en el músculo *Longissimus dorsi*. En estudios en los que se evalúa dos sistemas de crianza (al aire libre vs corrales), Parunovic *et al.* (2012) determinaron que el sistema de producción no tuvo efectos sobre el contenido de colesterol en el músculo *Longissimus thoracis* y *L. lumborum* de cerdos, en el que obtuvieron concentraciones de colesterol en 100 g de carne desde los 57,5 mg a los 70,7 mg en sistemas al aire libre y de 52,0 mg a 76,9 mg en corrales. En tanto en especies como el jabalí, Skewes (2003) señala que el colesterol registró valores entre los 45 mg/100 g a 63 mg/ 100g los cuales marcan una importancia nutritiva dentro de los consumidores de carne. Sin embargo, cabe señalar que estos resultados descritos para la carne de jabalí y cerdo doméstico no contienen ni la tercera parte de la cantidad de ingesta diaria recomendada de consumo, la cual equivale a 300 mg/día (Chizzolini *et al.*, 1999).

1.5 HIPÓTESIS

Bajo el sistema de producción semi-extensivo el jabalí (*Sus scrofa* L.) y el cerdo doméstico (*Sus scrofa domesticus* Erxleben) presentan diferencias en cuanto al comportamiento animal así como también en los aspectos relacionados con la calidad de la carne como son las características organolépticas, características tecnológicas y características nutricionales.

1.6 OBJETIVO GENERAL

Comparar las características cárnicas organolépticas, tecnológica y nutricionales en el *Longissimus dorsi* del jabalí y cerdo doméstico provenientes de animales criados bajo un sistema de producción semi-extensivo los cuales fueran faenados a la misma edad relacionando los resultados finales con el comportamiento animal.

1.7 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el comportamiento animal y actividad en pastoreo de ambos animales en el sistema de producción semi-extensivo.
- Evaluar los parámetros organolépticos, tecnológicos y nutricionales (pH, temperatura, color, textura, capacidad de retención de agua, perfil de ácidos grasos, colesterol y características sensoriales) de carnes provenientes de jabalí y cerdo doméstico criados en un sistema de producción semi-extensivo.
- Relacionar el comportamiento animal con parámetros organolépticos, tecnológicos y nutricionales de la carne de cerdo doméstico y jabalí.

1.8 BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, R. y Amunátegui, R. 2015. Boletín de carne bovina. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias del Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile.
- Araujo, W., Albino, L., Sakomura, N., Paulino, P. y Campos A. 2011. Meat quality in “in door” and “outdoor” production systems of poultry and swine. *O. J. Anim. Sci.* 1(3): 75-88.
- Aravena, P. y Skewes, O. 2007. European wild boar purebred and *Sus scrofa* Intercrosses. Discrimination proposals. A review. *Agrociencia*, 23(3):133-147
- Ashmore, C.R. 1974. Phenotypic expression of muscle fiber type and some implications to meat quality. *J. Anim. Sci.* 38(5):1158-1164.
- Barcelo, M. y Marco, E. 1998. On farm biosecurity, international pig Veterinary Society Proceedings, 1998. Dijkhuizen, A.A., 1999. The 1997–1998 outbreak of classical swine fever in The Netherlands: lessons to be learned. *In: Trushfield (Ed.), Proceedings of the Society for Veterinary Epidemiology and Preventive Medicine*, Bristol, UK, pp. xi–xx.
- Barrera, N., Sconamiglio, F., Olascoaga, B., Boliolo, O., Betancur, O., Benia, P. y Fuidio, V. 2008. Efecto de la temperatura de refrigeración sobre la calidad de la carne de novillos Holstein a lo largo de la maduración. *Téc. Pecu. Méx.* 46(2):137-145.
- Beltrán, J. y Roncales, P. 2000. Determinación de la textura. INIA: Ganadera # 1. Editado por *Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria*, Madrid, España. 167-172.
- Beriain, M., Sarries, M., Indurain, G. y Insausti, K. 2005. Análisis de la composición de ácidos grasos de la grasa animal. *In: Cañeque, V. Sañudo, C. Estandarización de metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes*. INIA. Madrid, España.
- Blumetto, O., Calvet, S., Estellés, F. y Villagrà, A. 2013. Comparison of extensive and intensive pig production systems in Uruguay in terms of ethologic, physiologic and meat quality parameters. *R. Bras. Zootecn.* 42(7): 521-529.
- Blumetto, O., Calvet, S., Estellés, F., Villagrà, A. y Torres, A. 2012. Caracterización productiva y ambiental de un sistema semi-extensivo de engorde de cerdos en condiciones de sequía en Uruguay. *ITEA*. 103(3): 256-274.

- Bohac, E.C. y Rhee, K.S. 1988. Influence of animal diet and muscle location on cholesterol content of beef and pork muscles. *Meat Sci.* 23(1):71-75.
- Bogucka, J., Kapelanski, W., Elminowska, G., Walasik, K. y Lewandowska, K. 2008. Comparison of microstructural traits of *Musculus longissimus lumborum* in wild boars, domestic pigs and wild boar/domestic pig hybrids. *Arch. Tierz.* 51(4):359-365.
- Bonneau, M. y Lebret, B. 2010. Production systems and influence on eating quality pork. *Meat Sci.* 82(2):293-300.
- Bote, C. L., Fructuoso, G. y Mateos, G. G. 2000. Sistemas de producción porcina y calidad de la carne. El cerdo ibérico. *In Avances en nutrición y alimentación animal: XVI Curso de especialización FEDNA.* 6-7: 77-111
- Braña, D., Ramírez, E., Rubio, M., Sánchez, A., Torrescano, G., Arenas, M., Partida, J., Ponce, E. y Ríos, F. 2011. Manual de análisis de calidad en muestras de carne. *Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal*, 11:1-91.
- Braun, R.O. y Pattacini, S.H. 2011. Calidad de carne porcina. Evaluación de propiedades tecnológicas de la res de cerdos alimentados con sorgo termoprocesado en la región semiárida Pampeana. *Rev. de la Fac. Agron. – UNLPam*, 22:5-12.
- Campion, D. S. 2013. Calidad de la carne porcina según el sistema de producción [en línea]. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina. Disponible en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/calidad-carne-porcina-produccion.pdf> (acceso enero 2015).
- Chizzolini, R., Zanardi, E., Dorigoni, V. y Ghidini, S. 1999. Calorific value and cholesterol content of normal and low-fat meat and meat products. *Trends Food Sci. Tech.* 10(4):119-128.
- Collen, A. 1997. Manual del Porcicultor. Institut Technique du Purk. Zaragoza España. Ed. Acribia. 411.
- Coma, J., Piquer, J. y Companys, G. V. 1999. Calidad de carne en porcino; Efecto de la nutrición. *XV Curso de Especialización. Avance en nutrición y alimentación animal*, 197-122.
- Concellon, A. 1991. Tratado de Porcinocultura. La canal y la carne Porcina. Tomo III Primera edición. Barcelona España. Ed. Aedos. 807.

- Csapó, J., Varga-Vsi, E., Csapó-Kiss, Z., y Csokona, É. 2002. Fatty acid composition and behavior of the fat of pig of various genotypes. *Acta Agraria Kaposváriensis*, 6(2):107-113.
- Cubillos, R. 2012. Descripción del sector porcino chileno. Disponible en: https://www.3tres3.com/los-expertos-opinan/descripcion-del-sector-porcino-chileno_31012/ (acceso febrero 2015).
- Dai, F., Feng, D., Cao, Q., Ye, H., Zhang, C., Xia, W. y Zuo, J. 2009. Developmental differences in carcass, meat quality and muscle fibre characteristics between the Landrace and a Chinese native pig. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 39(4):267-273.
- Danielsen, V., Hansen, L., Moller, F., Bejerholm, C. y Nielsen, S. 2000. Production results and sensory meat quality of pigs fed different amounts of concentrate and ad libitum. Clover grass or clover grass silage. *Ecological animal husbandry in the Nordic countries*, 2:79-86.
- Daszkiewicz, T., Denaburski, J. y Sáiz Cidoncha F. 2005a. Efecto de la grasa intramuscular sobre la calidad sensorial de la carne. *Av. Technol. Porc.* 1(7-8):4-12.
- Daszkiewicz, T., Bąk, T. y Denaburski, J. 2005b. Quality of pork with different intramuscular fat (IMF) content. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 14(55):1.
- Daley, C., Abbott, A., Doyle, P., Nader, G. y Larson, S. 2010. A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef. *Nutr. J.* 9(10):1-12
- Del Puerto, M., Cabrera, M. y Saadoun, A. 2007. Variaciones de color, pH y Fe Hemínico en la carne de ave fresca en función del tipo de músculo y del sistema de producción. *Agrociencia* Volumen Especial, IX Encuentro de Nutrición y Producción de Animales Monogástricos, 109-113.
- Dransfield, E., Francombe, M.A. y Whelehan, O.P. 1984. Relationship between sensory attributes in cooked meat. *J. Text. Studies.* 15:337-356.
- Duraisamy, K., Senthilkumar, M. y Mani, K., 2013. Effect of saturated and unsaturated fat on the performance, serum and meat cholesterol level in broilers. *Vete. World.* 6, 159-162.
- Edwards, S.A. 2005. Product quality behavior associated with outdoors pig production. *Livest. Prod. Sci.* 94:5-14.
- Eikelenboom, G., Hoving, H. y Van Der Wal, P.G. 1996. The eating of quality of pork 1. The Influence of ultimate pH. *Fleischwirtschaft*, 76(4): 392-393.

- Enfält, A., Lundström, K., Hansson, I., Lundeheim, N. y Nystöm, P. 1997. Effects of Outdoor rearing and sire breed (Duroc or Yorkshire) on carcass composition and sensory and technological meat quality. *Meat Sci.* 45(1):1-15.
- Espinoza, M. 2003. Caracterización y Producción de Carne de Jabalí (*Sus scrofa* L.). *Sitio Argentino de Producción Animal*, 1-20.
- Fernández, X., Monin, G., Talmant, A., Mouro, J. y Lebret, B. 1999. Influence of intramuscular fat content on the quality of pig meat – 1. Composition of the lipid fraction and sensory characteristics of m. longissimus lumborum. *Meat Sci.* 53(1):59-65
- Forrest, J.C., Aberle, C., Hedrick, H. D., Judge, M. D. y Merkel, R. A. 1979. Fundamentos de la Ciencia de la carne. Zaragoza España. *Ed. Acribia*. 226.
- Fundación para la Innovación Agraria. 2010. Resultados y lecciones en Producción y Procesamiento de Carnes Exóticas. Disponible en: http://www.indap.gob.cl/sites/default/files/produccion_de_carnes_exoticas.pdf (Acceso enero 2015).
- Gallo C. 2010. La calidad de las canales y su carne. Informativo sobre carne y productos cárneos. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile 39:74.
- Galián, M., Peinado, B., Martínez, C., Periago, M., Ros, G. y Poto, A. 2007. Comparative study of the characteristics of the carcass and meat of the Chato Murciano pig and its cross with Iberian pig, reared indoors. *Anim. Sci. J.* 78(6):659-667.
- Gentry, J. G., McGlone, J. J., Miller, M. F. y Blanton, J. R Jr, 2004. Environmental effects on pig performance, meat quality, and muscle characteristics. *J. Anim. Sci.* 82(1): 209–217.
- Gentry, J., McGlone, J., Blanton, J. y Miller, M. 2002. Alternative housing systems for Pigs: Influences on growth, composition and pork quality. *J. Anim. Sci.* 80:1781-1790
- Gil, M.D., Bañón, S., Laencina, J. y Garrido, M.D. 2004. Oxidación del colesterol en carne y derivados: Factores que determinan su formación. *An. Vet.* 20:21-34
- Graziotti, G., Ríos, C. y Basso, L. 2000. Las Fibras Musculares Esqueléticas y la Producción de Carne en el Cerdo. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 1-10
- Hamilton, C., Di Pillo, F., Ruíz, S., Rivera, D., Gómez, E. y Jiménez, D. 2012. Rol de los sistemas de producción de aves y cerdos de traspatio en la emergencia y mantención de patógenos zoonóticos en Chile. *Avances en Ciencias Veterinarias*, 27(2):29.

- Hargreaves, A. y Peña, J. 2005. Calidad de la carne bovina. En: I. d. agropecuarias, *Producción y manejo de carne bovina en Chile*. Temuco, Chile: INIA
- Hernández, A., Álvarez, A. y Cama, M. 2007. Formas de la conducta del cerdo doméstico (*Sus domesticus*). La Habana, Cuba: *Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Agraria de la Habana*.
- Hodgkinson, S., López, I. y Navarrete, S. 2009. Ingestion of energy, protein and amino acids from pasture by grazing European wild boar (*Sus scrofa* L.) in a semi-extensive production system. *Livest. Sci.* 122:222-226.
- Hodgkinson, S.M., Schmidt, M. y Ulloa N. 2008. Comparison of the digestible energy content of corn, oats and alfalfa between the European wild boar (*Sus scrofa* L.) and Landrace x Large White pig (*Sus scrofa domesticus*). *Anim. Feed Sci. Tech.* 144(1-2):167-173.
- Hoffman, L., Styger, E., Muller, M. y Brand, T. 2003. The growth carcass and meat characteristics of pigs raised in a free-range or conventional housing system. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 33(3):166-175.
- Hogberg, J., Pickova, J., Babol, K. y Andersson, D. 2002. Muscle lipids, vitamins E and A, and lipid oxidation as affected by diet and RN genotype in female and castrated male Hampshire crossbred pigs. *Meat Sci.* 60:411-420.
- Huff-Lonergan, E. 2002. Water-holding capacity of fresh meat. *Fact Sheet*, 4669.
- Jabachile. 2007. Pureza del Jabalí Europeo. *Sitio argentino de Producción Animal*, 1-3.
- Jerez-Timaure, N., Colina, J., Araque, H., Jiménez, P., Velazco, M. y Colmenares, C. 2011. Composición proximal y contenido de lípidos y colesterol de la carne de cerdos alimentados con harina de pijigüao (*Bactris gasipaes* Kunth) y lisina sintética. *Arch. Latinoam. Nutr.* 6(1):96-101.
- Jonsäll, A., Johansson, L. y Lundström, K. 2001. Sensory quality and cooking loss of ham muscle (M. biceps femoris) from pigs reared indoors and outdoors. *Meat Sci.* 57:245-250.
- Karlsson, A., Klont, R. y Fernández, X. 1999. Skeletal muscle fibers as factors for pork quality. *Livest. Prod. Sci.* 60:255-269.
- Kim, J., Seong, P., Cho, S., Park, B., Hah, K., Yu, L. y Ahn, C. 2008. Characterization of nutritional value for twenty-one pork muscles. *Asian Austral. J. Anim. Sci.* 21:1:138-143.
- Lebret, B. 2008. Effects of feeding and rearing systems on growth, carcass composition and meat quality in pigs. *Animal*, 2(10):1548-1558.

- Lebret, B., Massabie, P., Granier, R., Juin, H., Mourot, J. y Chevillon, P. 2002. Influence of outdoor rearing and indoor temperature on growth performance, carcass, adipose tissue and muscle traits in pigs, and on the technological and eating quality of dry-cured hams. *Meat Sci.* 62:447-455.
- Lebret, B., Prunier, A., Bonhomme, N., Foury, A. Mormede, P. y Dourmad, J. 2011. Physiological traits and meat quality of pigs as affected by genotype and housing system. *Meat Sci.* 88(1):14-22.
- Liorančas, V., Bakutis, B. y Januskeviciene, G. 2007. Effect of organic rearing system on pork quality and preference. *Lithuanian Veterinary Academy*, 268-273.
- Lundström, K., Karlsson, A., Hakansson, J., Hansson, I., Johansson, M., Andersson, L. y Andersson, K. 1995. Production, carcass and meat quality traits of F₂-crosses between European Wild pigs and domestic pigs including halothane gene carriers. *Anim. Sci.* 61:325-331.
- Łyczyński, A., Wajda, S., Czyżak-Runowska, G., Rzosnińska, E. y Grześ, B. 2006. Effect of environmental conditions on pork meat quality-a review. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 15/56(2):109-116.
- Maltin, C., Balcerzak, D., Tilley, R. y Delday, M. 2003. Determinants of meat quality: Tenderness. *Proc. Nutr. Soc.* 62:337-347.
- Mamani, L., Cayo, F. y Gallo, C. 2014. Características de canal, calidad de carne y composición química de carne de llama: una revisión. *Rev. Investig. Vet. Perú.* 25(2):123-150.
- Marchiori, A. y de Felício, P. 2003. Quality of wild boar meat and commercial pork. *Sci. Agr.* 60(1):1-5.
- Micklander, E., Bertram, H., Mamo, H., Sovad, L., Andersen, H., Balling, S. y Norgaard, L. 2006. Early post-mortem discrimination of water holding capacity in pig longissimus muscle using new ultrasound method. *Food Sci. Technol.* 38(6):437-446.
- Moisá, S., Basso, L., Rocha, V., Cossu, M.E. y Papotto, D. 2009. Calidad de carne porcina proveniente de sistemas de producción confinado o al aire libre con pasturas. *Memorias del IX Congreso Nacional de Producción Porcina*, San Luis, Argentina. 176.
- Morales, R., A.P.S. Aguiar, I. Subiabre, and C.E. Realini. 2013. Beef acceptability and consumer expectations associated with production systems and marbling. *Food Qual. Prefer.* 29:166-173.

- Mota, D., Alarcón, A., Vásquez, G. y Guerrero, I. 2010. Músculo oscuro, firme y seco en bovinos: mecanismos involucrados. *En: Bienestar Animal y Calidad de la Carne*. (Eds) Mota-Rojas, D., Guerrero Legarreta, I. y Trujillo Ortega, M.E. Editorial BM Editores. México. 271-285.
- Muchenje, V., Dzama, K., Chimonyo, M., Strydom, P., Hugo, A. y Raats, J. 2009. Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: A review. *Food Chem.* 112(2):279-289.
- Nilzen, V., Babol, J. Dutta, P.C., Lundeheim, N. Enfält, A.C. y Lundström, K. 2001. Free-range rearing of pigs with access to pasture grazing-effect on fatty acid composition and lipid oxidation products. *Meat Sci.* 58(3):267-275.
- Nold, R.A., Romans, J.R., Costello, W.J. y Libal, G.W. 1999. Characterization of muscles from boars, barrows and gilts slaughtered at 100 or 110 kilograms: differences in fat, moisture, color, water-holding capacity and collagen. *J. Anim. Sci.* 77:1746-1754.
- Novoa, P. 2002. Producción de Jabalí y sus posibilidades en Chile. *Sitio argentino de Producción Animal*, 1-14.
- Nürnberg, K., Wegner, J. y Ender, K. 1998. Factors influencing fat composition in muscle and adipose tissue of farm animals. *Livest. Prod. Sci.* 56:145-156
- Offer, G. y Trinick, J. 1983. On the mechanism of water holding in meat: The swelling and shrinking of myofibrils. *Meat Sci.* 8(4): 245-281.
- Olsson, V. y Pickova, J. 2005. The influence of production systems on meat quality, with emphasis on pork. *AMBIO*, 34(4):338-343.
- Oshima, I., Iwamoto, H., Nakamura, Y., Takayama, K., Ono, Y., Muarakami, T., Shiba, N., Tabata, S. y Nishimura, S. 2009. Comparative study of the histochemical properties, collagen content and architecture of the skeletal muscles of wild boar crossbred pigs and commercial hybrid pigs. *Meat Sci.* 81:382-390.
- Paredes, D. 2002. Caracterización de carne de Jabalí (*Sus scrofa*) procedente de animales criados en Chile. Universidad Austral de Chile Valdivia-Chile. Tesis
- Parunovic, N., Petrovic, M., Matekalo-Sverak, V., Trbovic, D., Mijatovic, M. y Radovic, C. 2012. Fatty acid profile and cholesterol content of m. longissimus of free-range and conventionally reared Mangalitsa pigs. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 42(2):101-113.
- Peinado, B., Almela, L., Duchi, N. y Poto, A. 2009. In press. Effects of two different diets on carcass and meat quality traits of Chato Murciano pigs reared outdoors. *Arch. Tierz.* 52(2):150-160.

- Pinto, C. y Urcelay, V. 2003. Biosecurity practices on intensive pig production systems in Chile. *Prev. Vet. Med.* 59:139-145.
- Presto, M.H., Algers, B., Persson, E. y Andersson, H.K. 2009. Different roughages to organic growing/finishing pigs – Influence on activity behavior and social interactions. *Livest. Sci.* 123(1):55-62.
- Price, J.F. y Schweigert, B.S. 1994. The Science of Meat and Meat Products (Third Edition). Food and Nutrition Press, Inc., Westport, Connecticut, USA 581 pag.
- Quijada, R.P., Bitsch, N.I. y Hodgkinson, S.M. 2012. Digestible energy content of pasture species in growing European wild boar (*Sus scrofa* L.). *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 96(3):421-427.
- Quintanilla, G. y Redondo, B. 2013. Intramuscular fat content in loin and shoulder of Iberian pigs according to the diet and rearing system. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*, 7(1):30-41.
- Rosell, C., Fernández, P. y Herrero, J. 2001. El Jabalí (*Sus scrofa* LINNAEUS, 1758). *Galemys*, 13(2):1-25.
- Rosenvold, K. y Andersen, H. 2003. Factors of significance for pork quality-a review. *Meat Sci.* 64:219-237.
- Sales, J. y Kotrba, R. 2013. Meat from wild boar (*Sus scrofa* L.): A review. *Meat Sci.* 94:187-201.
- Sánchez, E. Navarro, C., Sayas, M., Sendra, E., Fernández, J. y Pérez, J. 2010. Efecto de las condiciones ante-mortem y post-mortem sobre los factores que determinan la calidad de la carne. *En: Bienestar animal y calidad de la carne.* (Eds.) Mota, D., Guerrero, I. y Trujillo, M.E. Editorial BM Editores. México. 329-349.
- Sanudo, C. Enser, M., Campo, M., Nute, G., María, G., Sierra, I. y Wood, J. 2000. Fatty acid composition and fatty acid characteristics of lamb carcass from Britain and Spain. *Meat Sci.* 54:339-346.
- Sather, A.P., Jones, S.D.M., Schaefer, A.L., Colyn, J. y Robertson, W.M. 1997. Feedlot performance, carcass composition and meat quality of free-range reared pigs. *Can. J. Anim. Sci.* 225-232.
- Schwagele, F., Raab, H. y Krpckel, L. 1995. Fleischqualität bei wildschwetnen Postmortale veränderungen uin der muskulatur von wildschwein nach der jagd. *Fleischwirtschaft*, 75(2):135-140.

- Silva, J.R., Tomic, G., Cavieres, E., Mansilla, A. y Oviedo, P. 2005. Estudio de la incidencia del reposo ante mortem en cerdos y la influencia en el pH, capacidad de retención de agua y color del músculo. *Cien. Inv. Agr.* 32(2):125-132.
- Skewes, O. 2004. Historia del Jabalí y su crianza en Chile. Segundo Seminario Internacional de Producción del Jabalí. 19 de noviembre 2004, Temuco – Chile.
- Skewes, O., Morales, R., González, F., Lui, J., Hofbauer, P. y Paulsen, P. 2008. Carcass and meat quality traits of wild boar (*Sus scrofa* L.) with 2n=36 karyotype compared to those of phenotypically similar crossbreeds (2n=37 and 2n=38) raised under same farming conditions. 1. Carcass quantity and meat dressing. *Meat Sci.* 80:1200-1204.
- Skewes, O. y Morales, R. 2006. Crianza de jabalí (*Sus scrofa* L.) en Chile. Distribución, Tamaño y Aspectos Básicos de Manejo. *Agrociencia*, 22(1): 29-36.
- Skewes, O. 2003. La carne de Jabalí. *Proveedores y Alimentos*, 1(3):19-22.
- Stolba, A. y Wood-Gush, D.G.M. 1989. The Behavior of pigs in a semi-natural environment. *Anim. Prod.* 48(2):419-425.
- Strazdina V., Jemeljanovs A., Sterna V. y Paeglitis D. 2012 Evaluation of nutrition value of deer meat obtained in Latvian farms and wildlife. *In: Landbauforschung. Agriculture and Forestry Research*, Special issue 362:19.
- Studnitz, M., Jensen, M., Pedersen, L. 2007. Why do pogs root and in what will they root? A review on the exploratory behaviour of pigs in relation to environmental. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 107:183-197
- Sundrum, A., Butfering, L., Henning, M. y Hoppenbock, K.H. 2000. Effects of on-farm diets for organic pig production on performance and carcass quality. *J. Anim. Sci.* 78(5):1199-1205.
- Szmańko, T., Górecka, J., Korzeniowska, M., Malicki, A. y Eeremenko, E. 2007. Comparison of chosen quality parameters of meat from wild boar and domestic Pigs. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 57(4):523-528.
- Universidad de Chile. 2004. Estudio de oportunidades de inversión para carnes exóticas de la Región de O'Higgins. Facultad de Ciencias Veterinarias. Unidad de Economía Agraria y Sistemas de Producción. Informe final. 170.
- Warris, P. 2000. Meat Science. An introductory text. Londres-Inglaterra. *CABI Publishing*, 310.

- Wood, J.D., Enser, M., Fisher, A.V., Nute, G.R., Sheard, P.R., Richardson, R.I., Hughes, S.I. y Wittington, F.M. 2008. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Sci.* 78:343-358.
- Wood, J.D., Richardson, R.I., Nute, G.R., Fisher, A.V., Campo, M.M., Kasapidou, E. Sheard, P.R. y Enser, M. 2003. Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Sci.* 21-32
- Zhang, S., Farouk, M., Young, O., Wieliczko, K. y Podmore, C. 2005. Funtional stability of frozen normal and high pH beef. *Meat Sci.* 69:765-772.
- Zimerman, M. 2008. pH de la carne y factores que lo afectan. Aspectos estratégicos para obtener carne de ovino de calidad en el cono sur americano. *Meat Sci.* 79(3):453-457.

2 . COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS CÁRNICAS DEL JABALÍ (*Sus scrofa* L.) Y CERDO DOMÉSTICO (*Sus scrofa domesticus* Erxleben) BAJO UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN SEMI-EXTENSIVO

2.1 INTRODUCCIÓN

La carne juega un rol importante en la economía de un país siendo además una fuente importante de nutrientes en la nutrición humana (Liu y Zhou, 2013). En países como Chile, la carne puede originarse entre otras especies del jabalí (*Sus scrofa* L.), el cual se encuentra tanto de manera silvestre como en cautiverio, siendo utilizado además de forma comercial (Skewes y Morales, 2006). Esta especie constituye la familia Suidae y es considerada como el ancestro del cerdo doméstico (*Sus scrofa domesticus* Erxleben) (Skewes, 2004). Sin embargo, diferencias en el número de cromosomas, peso vivo, color de capa, forma del cuerpo, comportamiento y entre otras han sido observadas entre estos grupos (Skewes, 2004; Aravena y Skewes, 2007).

En los últimos años las condiciones socio-económicas de los consumidores y especialmente la relación entre la nutrición y la salud, han convergido para que estos requieran alimentos de buena calidad (Mársico *et al.*, 2007), calidad que no se encuentre influenciada por aquellas prácticas de sustitución de la carne debido al precio alcanzado en el mercado (Skewes, 2004).

De acuerdo con Lebret (2002) citado por Araujo *et al.* (2011), la calidad de la carne se encuentra influenciada por el sistema de producción. En Chile, el sistema de producción mayormente usado en *Sus scrofa* es el sistema de producción semi-extensivo (Hodgkinson *et al.*, 2013), el cual también puede ser usado para la producción de cerdos domésticos en el cual los animales tienen acceso a forraje verde y una dieta suplementaria como parte de su alimentación (Skewes y Morales, 2006; Hodgkinson *et al.*, 2009). Bonneau y Lebret (2000) indican que el objetivo en estos sistemas de producción es obtener carnes de buena calidad, las cuales se definen como el conjunto

de propiedades sensoriales, nutritivas, higiénicas, toxicológicas y tecnológicas que tiene la carne (Hofmann, 1973 y Sánchez *et al.*, 2010).

La literatura indica que el sistema de producción tiene influencia en la calidad de la carne. Es así que, por ejemplo, un mayor superficie por animal mejora las coloraciones rojas de la carne debido a un mayor metabolismo oxidativo del músculo (Bonneau y Lebret, 2010). En tanto el consumo de forraje verde propio de este tipo de sistemas productivos en cerdos criados a pradera resulta en carnes con un mayor contenido de ácidos grasos ω -3 y una relación de ácidos grasos ω -6/ ω -3 más cercana a la recomendada (Basso *et al.*, 2006; Liu y Zhou, 2013). Básicamente estos ácidos grasos (ω -3) son de importancia en la salud humana, es decir presentan efectos anti-inflamatorios y reguladores de la inmunidad (Calder, 2001). Por otra parte, en diversas especies se ha reportado que el consumo de forraje mejora aquellas características relacionadas con el color de la carne, las cuales juegan un papel importante en la elección por parte del consumidor (Araujo *et al.*, 2011; Webb y Erasmus, 2013).

El presente estudio planteó la hipótesis que bajo un sistema de producción semi-extensivo el jabalí y el cerdo doméstico presentan diferencias en cuanto al comportamiento animal y a la calidad de la carne en referencia a las características organolépticas, características tecnológicas y características nutricionales. Siendo su objetivo comparar las características cárnicas organolépticas, tecnológicas y nutricionales en el *Longissimus dorsi* del jabalí y cerdo doméstico provenientes de animales criados bajo un sistema de producción semi-extensivo los cuales fueran faenados a la misma edad relacionando los resultados finales con el comportamiento animal.

2.2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.2.1 Ubicación del estudio

El estudio se realizó en la Estación Experimental Vista Alegre dependiente de la Universidad Austral de Chile (39°47'46" a 39°48'54" latitud sur y 73°13'13" y 73°12'24" longitud oeste), desde el 27 de noviembre del 2014 al 05 de mayo del 2015, fecha en la que los animales fueron trasladados a una planta de faenamiento en la región de La Araucanía, a aproximadamente 226 km al norte de Valdivia.

La temperatura máxima promedio en la zona de estudio fue de 21,4 °C; la temperatura mínima promedio de 3,2 °C; la humedad relativa de 84,5 %; las precipitaciones promedio de 19,1 mm y velocidad del viento promedio de 1,5 km/h (Servicio Meteorológico de la Armada de Chile, 2015).

2.2.2 Descripción de los potreros

Para efectos del pastoreo, los animales contaron con dos potreros adyacentes de 700 m², totalizando 1400 m², cada uno de los cuales fue subdividido en 3 potrerillos, lo que permitió un sistema de pastoreo rotacional cada 7 días. La pradera correspondió a una mezcla de gramínea y leguminosa (*Lolium perenne* L. y *Trifolium repens* L.) establecidas en el área de estudio previamente. Cada potrerillo constó con espacios de descanso bajo sombra y bebederos, lo que permitió el consumo de agua *ad libitum*.

2.2.3 Descripción de los animales

Se emplearon dos grupos de animales que contaban con anillos nasales con 60 ± 2 días de edad. Los animales correspondieron a jabalí puro y cerdo doméstico (F1 Landrace x Large White; PIC380 x GP1050), con un peso promedio inicial de 6,8 ± 1,1 kg y 24,0 ± 2,4 kg, respectivamente. Los machos de ambos grupos de animales estaban castrados

y eran provenientes de plantales comerciales. Inicialmente para el estudio se consideraron 14 animales (7 machos castrados y 7 hembras) por grupo.

Debido a una infección por salmonella, cinco jabalíes fueron removidos del estudio y tratados, además un cerdo doméstico también fue removido del estudio por razones de salud. Por lo tanto, al final del estudio se contó con 9 jabalíes (5 machos castrados y 4 hembras) y 13 cerdos domésticos (7 machos castrados y 6 hembras).

2.2.4 Rutina diaria

Los animales fueron acostumbrados a una rutina diaria en la cual pastorearon cada día por un período de 8 horas (desde las 08:00 a 16:00 h). Durante todo el estudio tanto el grupo de jabalíes como el de cerdos domésticos fueron mantenidos en lugares separados. Después del período de pastoreo ambos grupos tuvieron libre acceso por una hora a una dieta suplementaria *ad libitum* (Tabla 4) el cuál era suministrado en áreas adecuadas para la alimentación (una pareja por área). Cumplido el tiempo de alimentación los animales fueron ingresados en corrales con piso de cemento dentro de una cámara ventilada con temperatura (18 ± 1 °C) e iluminación (10 horas de oscuridad) controlada hasta el siguiente día. Durante todo el período de evaluación se les proporcionó agua de bebida *ad libitum*.

Se pesaron a los animales semanalmente durante todo el periodo del ensayo para determinar su aumento del peso.

Tabla 4. Composición del concentrado suministrado a jabalíes y cerdos domésticos

Composición	%	Variable	Cantidad
Maíz	35,10	Materia Seca	899,10 g/kg
Afrecho de trigo	29,20	Energía Bruta	4,79 kcal/g
Harina de soya	15,30	Proteína Bruta	169,50 g/kg
Aceite de soya	1,00	Extracto Etéreo	96,00 g/kg
Leche entera en polvo	11,00	Fibra Cruda	40,90 g/kg
Germen de grano de maíz	2,70	Fibra Detergente Neutra	179,50 g/kg
Carbonato de Calcio	0,40	Fibra Detergente Ácida	66,80 g/kg
Sal	1,00	Cenizas Totales	66,90 g/kg
Fosfato bicálcico	1,30	Calcio	11,40 g/kg
Vit/Min mix	3,00	Fósforo	7,00 g/kg

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal-Universidad Austral de Chile

2.2.5 Metodología del estudio etológico de los animales

Para el registro del comportamiento animal se siguió lo propuesto por Stolba y Wood-Gush (1989); Studnitz *et al.* (2007); Hodgkinson *et al.* (2009) y Presto *et al.* (2009). Se desarrolló una tabla con las actividades (pastorear, echado, escarbar, hozar, caminar, correr, jugar, beber agua y otras actividades) que realizaban los animales. Los dos grupos de animales fueron manejados independientemente en distintos potreros. Para facilitar la observación de la conducta animal estos fueron identificados con marcadores en la espalda (ya sea el número de crotal o bien líneas de color). Las observaciones de la conducta de los dos grupos de animales se realizaron cuando los animales se encontraban en la zona de pastoreo, a intervalos de 5 minutos durante 8 horas por 4 días consecutivos en los meses de diciembre, marzo y abril. Es decir, cuando los animales tenían aproximadamente 80 ± 3 , 155 ± 3 y 204 ± 3 días de edad. De esta manera se obtuvieron 96 observaciones por cada animal y cada día de observación. Con esta información se determinó el ciclo de actividades dedicadas durante el día así como el tiempo dedicado a las actividades.

2.2.6 Sacrificio de los animales

El sacrificio se realizó cuando los cerdos domésticos y jabalíes completaron aproximadamente 216 ± 2 días de edad y un peso promedio final de 132 kg y 33 kg, respectivamente. Los animales fueron transportados 24 horas previas al faenamiento a un matadero comercial ubicado en la localidad de Victoria región de La Araucanía, aproximadamente a 274 km al norte de Valdivia. El faenamiento se llevó a cabo cuando los animales cumplieron aproximadamente 18 horas de descanso en el matadero. El método de aturdimiento utilizado en ambos grupos de animales fue la electronarcosis la cual consiste en la aplicación de una descarga eléctrica en la cabeza. Después del aturdimiento, los animales fueron sangrados, escaldados en agua con una temperatura aproximadamente mayor de $60\text{ }^{\circ}\text{C}$, pelados, chamuscados para eliminar cerdas restantes del pelado, eviscerados para examinar y limpiar las vísceras y finalmente fueron divididos en dos hemicanales. En la hemicanal derecha se procedió a medir el pH a 45 minutos y a 24 horas del sacrificio utilizando un pH-metro PCE-228 (PCE Instruments Chile SPA, Ibérica, España) junto a un electrodo OSH-12-01

(ELMETRON®, Polonia). Transcurridas las 24 horas *postmortem* se colectaron los pH-metros y seguidamente se extrajeron de cada hemicanal izquierda una muestra del *Longissimus dorsi* (LD) provenientes de la última costilla con dirección caudo-craneal de la que se obtuvieron 5 cortes de músculo (A, B, C, D, E) de un espesor de 2,5 cm cada uno para el análisis de los parámetros tecnológicos, organolépticos y nutricionales de la carne.

2.2.6.1 Determinación de las características organolépticas, tecnológicas y nutricionales de la carne

Muestras del músculo LD colectadas 24 horas *postmortem* fueron envueltas en bolsas plásticas e identificadas para ser trasladadas al laboratorio de Ciencia Animal (CIAN), al Laboratorio de Producción Animal (IPA) y al Laboratorio de Fitoquímica de la Universidad Austral de Chile, en donde se evaluaron los factores de la calidad de la carne (color, textura, análisis sensorial, pH final, capacidad de retención de agua, perfil de ácidos grasos y colesterol).

2.2.6.1.1 Color

Este parámetro fue medido 27 horas *postmortem* en los subcortes (B, C, D) de carne libres de grasa y de manchas de sangre mediante el uso de un colorímetro Hunter Lab, MiniScan XE Plus (Hunter Associates Laboratory, Virginia, USA) el cual expresa el color mediante coordenadas L*, a* y b*; donde L* equivale a la luminosidad (el valor 100 representa blanco absoluto y el valor 0 representa negro absoluto), a* equivale a enrojecimiento; y b* a amarillamiento.

Una vez concluida la evaluación de esta propiedad, las muestras fueron envueltas en papel aluminio y colocadas en bolsas identificadas con el número de crotal del animal y congeladas para análisis posteriores.

2.2.6.1.2 Textura

El análisis de la textura se realizó con muestras del LD de 2,5 cm de grosor previamente cocidas a 180 °C en un horno eléctrico de convección forzada Albin Trotter que opera entre 140 a 210 °C hasta obtener una temperatura interior de 70 °C, monitoreada por termómetros Brannan® inserto en cada muestra. Una vez cocidas las muestras se

mantuvieron en un horno Heraeus modelo D6450 Hanau a 50 °C hasta el momento del análisis, el cual se realizó aproximadamente luego de una hora de finalizada la cocción. A continuación y con un saca-bocado de 12 mm de diámetro se obtuvieron 5 a 8 cilindros en forma paralela a las fibras musculares de tal forma que al realizar la medición, la fuerza de corte fuera perpendicular a las fibras musculares. Para la medición se utilizó el texturometro “Warner-Bratzler Shear Force Test” con capacidad de 10 kg de fuerza y una precisión de 50g marca Salter®, determinando así la fuerza de cizallamiento, que de acuerdo a lo señalado por Mamani-Linares *et al.* (2011) corresponde a la fuerza en kg que se requiere para cortar una muestra de carne cocida, expresando los resultados en kilogramos fuerza y con una precisión de 0,05 kg.

2.2.6.1.3 Terneza, sabor y preferencia

Para la determinación de la terneza, sabor y preferencia se utilizaron los subcortes C y D del músculo LD que fueron extraídas de los animales 24 horas *postmortem* y congeladas. Después de su descongelación (4 °C por 24 horas) las muestras fueron sometidas a cocción hasta una temperatura interna de 70 °C, monitoreada por termómetros Brannan® inserto en cada muestra. Posteriormente, se cortaron en trozos de aproximadamente 1 cm³. La evaluación se realizó de acuerdo a lo propuesto por Witting (2000), mediante el uso de un test de simple preferencia o pareado se determinó si existió diferencia en alguna dimensión específica (terneza, sabor y preferencia) entre la muestra de carne de jabalí y cerdo doméstico. Esta evaluación fue realizada en dos sesiones diferentes (día 1 y día 2) por un panel sensorial crítico constituido por 22 personas (64 % mujeres y 36 % hombres) los cuales estaban entrenados en la cata de las características organolépticas de la carne.

2.2.6.1.4 pH muscular

Para la determinación del pH se utilizó un pH-metro manual con registrador de datos PCE-228 (PCE Instruments Chile SPA, Ibérica, España), el cual fue calibrado inicialmente con tampones a pH 4 y pH 7 a temperatura ambiente. La medición del pH de la carne de cerdo y jabalí se realizó en el músculo LD a los 45 minutos (pH₄₅) *postmortem* y también se monitoreo estos parámetros durante 24 horas en lapsos de 10 minutos. En este caso se utilizó un electrodo punzante de penetración (OSH-12-01 ELMETRON®, Polonia) que permitió medir el pH en las canales de los animales.

Cabe señalar que, los resultados de pH obtenidos cada 10 minutos por 24 horas originaron valores erróneos, por lo que la determinación del pH se realizó en muestras del LD mantenidas a -18 °C luego 50 días de almacenamiento, las cuales de acuerdo con la Norma Chilena (NCh1370/10.Of1978) se homogenizaron por triturado se añadieron en agua destilada y se determinó el pH final de cada una de las muestras carne.

2.2.6.1.5 Capacidad de retención de agua

Para el análisis de la CRA se utilizó el corte B, el cual fue descongelado 24 horas previas al análisis a una temperatura de 4 °C. Una vez descongeladas las muestras cada uno de los cortes, tanto de jabalí como de cerdo doméstico, se pesaron en bandejas y rejillas de peso conocido las cuales posteriormente fueron cocidas en un horno eléctrico de convección forzada modelo Albin Trotter® que opera entre 140 a 210 °C a 180 °C hasta obtener una temperatura interior de 70 °C, la cual fue monitoreada por un termómetro Brannan® inserto en cada muestra. Una vez cocidas las muestras se pesaron nuevamente y por diferencia de pesos se determinaron la pérdida por goteo, pérdida por evaporación y pérdida total en porcentaje (Tabla 5) siendo posteriormente colocadas en un horno Heraeus modelo D6450 Hanau a 50 °C para su mantención.

Tabla 5. Cálculo de la capacidad de retención de agua

1.	Bandeja + Rejilla inicial	
2.	Bandeja + Rejilla + muestra cruda	
3.	Bandeja + rejilla + muestra cocida	
4.	Bandeja + rejilla final	
5.	Muestra cruda (2-1)	
6.	Pérdida Evaporación (2-3)	
7.	Pérdida Goteo (4-1)	
8.	Pérdida Evaporación (6/5*100)	
9.	Pérdida Goteo (7/5*100)	
10.	Pérdida Total (8+9)	

Peso en gramos

%

Fuente: Laboratorio de Ciencia Animal-Universidad Austral de Chile

2.2.6.1.6 Perfil de ácidos grasos

El estudio del perfil de ácidos grasos se siguió de acuerdo a lo propuesto por Laboratorio de Fitoquímica de la Universidad Austral de Chile. A partir de muestras del músculo LD tomadas 24 horas *postmortem* de los animales, la determinación del perfil de ácidos grasos se realizó en la grasa subcutánea y músculo las cuales fueron conservadas hasta el día del procesado. Para ello se utilizaron 50 g de muestras liofilizadas de músculo y 3 g de grasa. En el laboratorio, las muestras del músculo previamente liofilizadas fueron homogenizadas por triturado y colocadas en el Soxhelt para extraer aceite, mientras que la grasa fue colocada en una estufa a 105 °C por 1 hora para extraer 100 mg de aceite. Posteriormente, las extracciones se colocaron en tubos de precipitado a las cuales se les añadió una solución de metanol benceno (2 mL) y cloruro de acetilo (2 mL). Luego se calentó la solución en baño termostático (Labnet W1106-230V, USA) a 90 °C por 15 minutos. Después del calentamiento de la solución se agregó 1 mL de agua destilada y 2 mL de hexano, el cual tuvo por objetivo separar la fase orgánica de la acuosa. Seguidamente, para lograr una mayor separación de las fases, se colocaron los tubos de precipitado en una centrifuga (Christ 3000) por 15 minutos a 4.200 rpm. Luego se extrajo la fase superior (fase acuosa) aproximadamente 2 mL y se colocaron en frascos ámbar, a los cuales se les añadió sulfato de sodio anhidro para asegurar que no quede agua y fueron sellados con doble tapa de seguridad. Finalmente, las muestras se almacenaron en congelador por 24 horas previas a la inyección en el cromatógrafo de gases (Varian Chrompack CP-3800, Varian, Inc. Walnut Creek, USA) acoplado a un detector de ionización de llama (FID) y equipado con una columna capilar (VF-23 ms 60 M x 0,25 mm ID DF=0,25, Varian). Las condiciones de operación fueron las siguientes: el volumen de inyección fue 0,5µL a (250 °C), el gas de arrastre fue nitrógeno extra puro y el de combustión hidrógeno y aire extra puro. La temperatura de la columna se realizó a 160 °C por 8 minutos, luego se aumentó a 190 °C a una velocidad de 4°C/min, se mantuvo durante 25 minutos posteriormente se aumentó a 210 °C a una velocidad de 4 °C/min, se mantuvo durante 2 minutos y finalmente ascendió a 220 °C en incrementos de 4 °C/min y manteniendo por 2 minutos. La identificación del perfil de ácidos grasos se basó en la comparación de tiempos de retención del estándar y el área bajo la curva de los picos.

2.2.6.1.7 Colesterol

Se siguió lo propuesto por Fletouris *et al.* (1998), utilizando 1 g de carne o 0,5 g de tejido graso los cuales fueron colocados en un tubo centrifuga de 5 mL, al cual se le añadió 10 mL de hidróxido de potasio (KOH) al 0,5 M en metanol (MeOH). Luego se le agregó un estándar interno de 5-Alfa-Colestano. Se cerraron herméticamente los tubos de precipitados y el contenido fue agitado en un vórtex durante 15 segundos, calentándose en una estufa por 2 horas a 75 °C. Luego se dejó enfriar a temperatura ambiente. Después se añadieron 2 mL de agua destilada y 5 mL de hexano, volviendo a cerrarlo herméticamente. Seguidamente fueron centrifugados por 5 minutos para que se separaran las fases orgánica y acuosa. Finalmente, se tomaron alícuotas de la fase superior para el análisis en un cromatógrafo de gases (Varian Chrompack CP-3800, Varian, Inc. Walnut Creek, USA) con detector de ionización de llama (FID).

2.2.7 Análisis estadístico

Al estudio de comportamiento animal (pastoreo, escarbar con pata, hozar, jugar, correr, caminar, beber agua y otras) se aplicó un diseño factorial de 3 x 2. El modelo fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Respuesta asociada al comportamiento animal

μ = Media poblacional

α_i = Efecto del época de medición (diciembre, marzo, abril)

β_j = Efecto del tipo de animal (cerdo doméstico y jabalí)

δ_{ik} = Interacción entre la época de medición y el tipo de animal.

E_{ijk} = Error experimental aleatorio distribuido normalmente en medidas repetidas

Para el caso de las características tecnológicas (pH, capacidad de retención de agua, organolépticas (color y textura) y nutricionales (perfil de ácidos grasos y colesterol) de la carne el análisis se realizó bajo un diseño completamente al azar desbalanceado con

dos tratamientos, 13 repeticiones para el cerdo doméstico y 9 repeticiones para el jabalí. El modelo estadístico fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ijk} = Respuesta asociada a las características de la carne del i -ésimo animal en el j -ésimo grupo.

μ = Media poblacional.

τ_i = Efecto del tratamiento (cerdo doméstico y jabalí).

E_{ij} = Error experimental.

Los valores correspondientes al análisis sensorial de la carne de cerdo doméstico y jabalí fueron analizados usando la prueba binomial de dos extremos (Watts *et al.*, 1992). En el cual el número de jueces que aceptan o rechazan la carne por variables como más tierno, mejor sabor o preferencia determinan la significancia.

También se realizó un análisis multivariado para determinar relaciones entre los factores de comportamiento animal, características organolépticas de la carne, características tecnológicas de la carne y características nutritivas de la carne.

Para estos análisis se realizó análisis descriptivo (media, desviación estándar y análisis de varianza). Los contrastes de hipótesis se realizaron a través de un análisis de varianza (ANOVA). Los datos del estudio fueron revisados para comprobar el supuesto de homocedasticidad mediante el test de Levene. En caso de un falló en este test se utilizó el ANOVA de Welch para grupos heterocedásticos. Los análisis fueron ejecutados utilizando el programa estadístico JMP 11.0 de Statistical Analysis Systems (SAS) Institute, con un nivel de significancia del 5 % ($\alpha=0,05$).

2.3 RESULTADOS

2.3.1 Comportamiento Animal

El porcentaje de tiempo destinado a actividades como pastorear, echado, escarbar con pata, hozar, caminar, correr, jugar, beber agua y otras se presentan en la Tabla 6.

Se presentaron diferencias ($P < 0,01$) en la interacción (mes x tipo de animal). El efecto principal de mes de evaluación presentó diferencias ($P < 0,01$) para echado, escarbar con pata, hozar, caminar, beber agua, correr y otras. El efecto principal de tipo de animal, mostró diferencias ($P < 0,01$) en actividades de pastorear, echado, escarbar con pata, hozar, caminar, beber agua y otras.

El análisis de medidas repetidas realizado sobre el comportamiento de los animales (activo o inactivo) indicó que el comportamiento activo presentó diferencias significativas en los efectos principales de mes y tipo de animal ($P < 0,01$) donde en el mes de abril existió un comportamiento más activo (50,6%) y el jabalí fue más activo que el cerdo doméstico (54,1% vs. 32,5%). La interacción entre mes x tipo de animal también presentó diferencias ($P < 0,01$).

Tabla 6. Porcentaje de tiempo (promedio \pm EE) destinado a cada actividad realizada durante la evaluación de comportamiento (n=22)

	MES			TIPO ANIMAL		MES x TIPO ANIMAL					
	Diciembre	Marzo	Abril	Cerdo	Jabalí	Dic x Cerdo	Dic x Jabalí	Mar x Cerdo	Mar x Jabalí	Abr x Cerdo	Abr x Jabalí
Pastorea	27,79 \pm 1,05	26,62 \pm 1,13	28,21 \pm 1,13	17,88 \pm 0,84b	37,19 \pm 0,96a	27,84 \pm 1,45b	27,71 \pm 1,51b	12,50 \pm 1,45c	40,74 \pm 1,74a	13,28 \pm 1,45c	43,14 \pm 1,74a
Significancia	NS			***		***					
Echado	62,72 \pm 1,34a	58,09 \pm 1,45b	49,38 \pm 1,45c	67,51 \pm 1,07a	45,95 \pm 1,23b	63,72 \pm 1,85b	61,72 \pm 1,93b	72,78 \pm 1,85a	43,40 \pm 2,22c	66,03 \pm 1,85ab	32,73 \pm 2,22d
Significancia	***			***		***					
Escarba Pata	0,11 \pm 0,07c	0,41 \pm 0,08b	0,69 \pm 0,08a	0,20 \pm 0,06b	0,61 \pm 0,07a	0,12 \pm 0,10c	0,10 \pm 0,11c	0,16 \pm 0,10c	0,66 \pm 0,12ab	0,32 \pm 0,10bc	1,07 \pm 0,12a
Significancia	***			***		**					
Hoza	0,04 \pm 0,41c	5,81 \pm 0,44b	9,22 \pm 0,44a	4,26 \pm 0,33b	5,79 \pm 0,38a	0,06 \pm 0,57d	0,02 \pm 0,59d	8,27 \pm 0,57b	3,35 \pm 0,68c	4,44 \pm 0,57c	14,00 \pm 0,68a
Significancia	***			**		***					
Camina	3,59 \pm 0,32c	4,69 \pm 0,35b	5,81 \pm 0,35a	4,12 \pm 0,26b	5,28 \pm 0,30a	3,06 \pm 0,45c	4,12 \pm 0,47bc	3,00 \pm 0,45c	6,39 \pm 0,54a	6,31 \pm 0,45a	5,32 \pm 0,54ab
Significancia	***			**		***					
Corre	0,31 \pm 0,09b	0,62 \pm 0,10a	0,82 \pm 0,10a	0,49 \pm 0,07	0,67 \pm 0,09	0,24 \pm 0,13b	0,39 \pm 0,14b	0,14 \pm 0,13b	1,09 \pm 0,16a	1,10 \pm 0,13a	0,55 \pm 0,16ab
Significancia	**			NS		***					
Juega	0,74 \pm 0,11	0,85 \pm 0,12	0,54 \pm 0,12	0,77 \pm 0,09	0,65 \pm 0,10	1,06 \pm 0,15a	0,43 \pm 0,16a	0,62 \pm 0,15a	1,07 \pm 0,19a	0,64 \pm 0,15a	0,43 \pm 0,19a
Significancia	NS			NS		**					
Bebe agua	1,20 \pm 0,15c	2,06 \pm 0,16a	2,17 \pm 0,16b	1,72 \pm 0,12	1,90 \pm 0,14	0,72 \pm 0,20c	1,67 \pm 0,21b	1,78 \pm 0,20b	2,34 \pm 0,25ab	2,66 \pm 0,20a	1,68 \pm 0,25b
Significancia	***			NS		***					
Otras act.	3,49 \pm 0,22a	0,83 \pm 0,23c	3,13 \pm 0,23b	3,04 \pm 0,17a	1,94 \pm 0,20b	3,17 \pm 0,30b	3,82 \pm 0,31b	0,74 \pm 0,30c	0,93 \pm 0,36c	5,21 \pm 0,30a	1,07 \pm 0,36c
Significancia	***			***		***					

*** P<0,001; ** P<0,01; * P<0,05; NS P>0,05

Letras diferentes en las filas indican diferencias significativas

Valores estan promediados \pm error estandar

Dic: Diciembre, Mar: Marzo, Abr: Abril

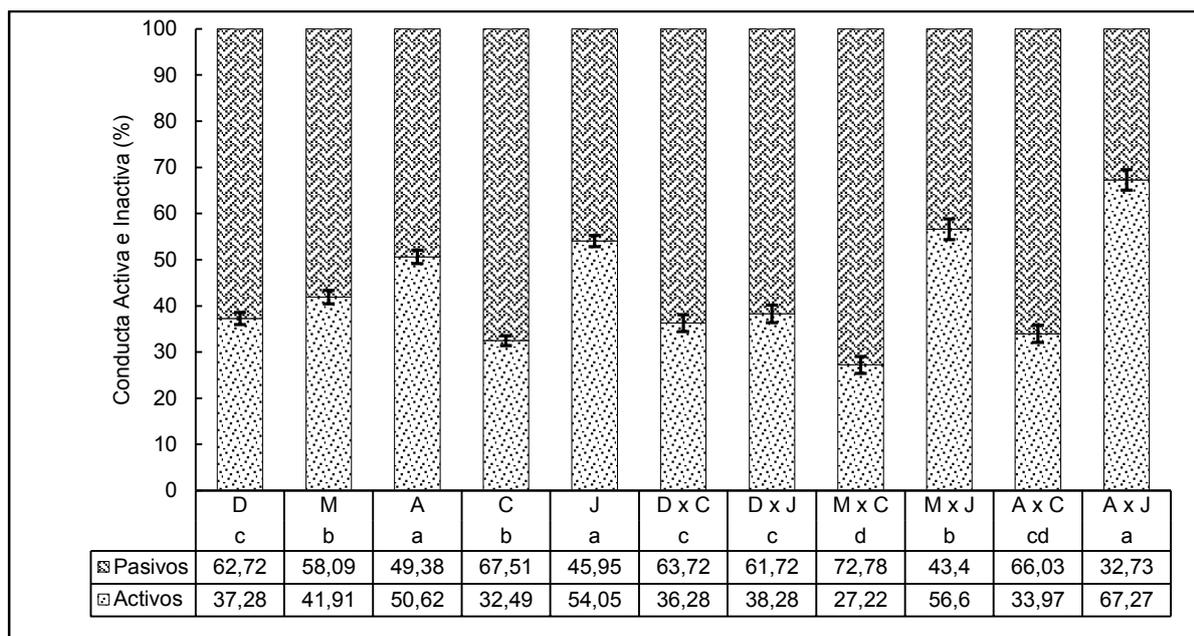


Figura 4. Porcentaje promedio de animales con o sin actividad (n=22)

Letras diferentes indican diferencias estadísticas ($P < 0,01$)

D: diciembre, M: marzo, A: abril, C: cerdo doméstico, J: jabalí

En la Figura 5a y 5b, se presenta el porcentaje de jabalíes y cerdos que realizan las diferentes actividades durante períodos de 30 minutos de un día de pastoreo de 8 horas. Estos valores son los promedios de los doce días en los cuales fueron observados (cuatro días en diciembre, marzo y abril). Se indica el porcentaje de las observaciones para actividades como pastorear, locomoción (escarbar con pata, hozar, caminar, correr y jugar), otras actividades y echado.

En las barras correspondientes al cerdo doméstico (Figura 5 A) se aprecia que un 54 % de las observaciones pastoreó en la primera media hora de la mañana, actividad que disminuyó progresivamente hasta entre las 11:30 h y 12:30 h, en la que apenas un 6 % del total de observaciones pastoreaba. A partir de este período se observó un incremento en el pastoreo alcanzado un máximo de 35% de los animales a las 15:30 h. En lo que respecta a las actividades de locomoción en la primera media hora de evaluación, un 23 % se encontraban en esta actividad, la cual disminuyó rápidamente en el transcurso de la mañana hasta un 2 % a las 12:00 h. A partir de esta hora se observaron ligeros incrementos hasta un 17 % de las observaciones a las 15:30 h. La realización de las actividades restantes (beber agua, orinar, otras) se desarrollaron entre un 2 % y 10 % del total de las observaciones durante el día. Las observaciones correspondientes a animales echados incrementaron durante la mañana mientras que por la tarde disminuyeron.

En las barras correspondientes al jabalí (Figura 5 B) se observa que un 67 % de las observaciones se encontró pastoreando en la primera media hora de pastoreo, seguido de una disminución menor que la presentada en el cerdo doméstico alcanzando su valor mínimo (17 %) a las 12:30 h a partir de la cual incrementa su actividad hasta un 47 % al finalizar el día de pastoreo. En cuanto a las observaciones de locomoción, estas fueron menores en un 4% en comparación con la del cerdo doméstico en la primera media hora, sin embargo se incrementaron hasta un 20 % de las observaciones a las 9:30 h, disminuyendo a partir de este tiempo hasta un 6 % a las 13:00 h, a partir de lo cual se registró un aumento en la movilidad hasta las 15:30 h con un valor final del 18%. Las actividades restantes (beber agua y otras) se desarrollaron entre el 1 % a 8 % del total de las observaciones del período. Las observaciones correspondientes a animales echados tuvieron un incremento durante la mañana concentrándose el mayor porcentaje de observaciones entre las 12:00 h y 13:30 h, período a partir del cual el porcentaje de las observaciones disminuye hasta un 31 % a las 15:30 h.

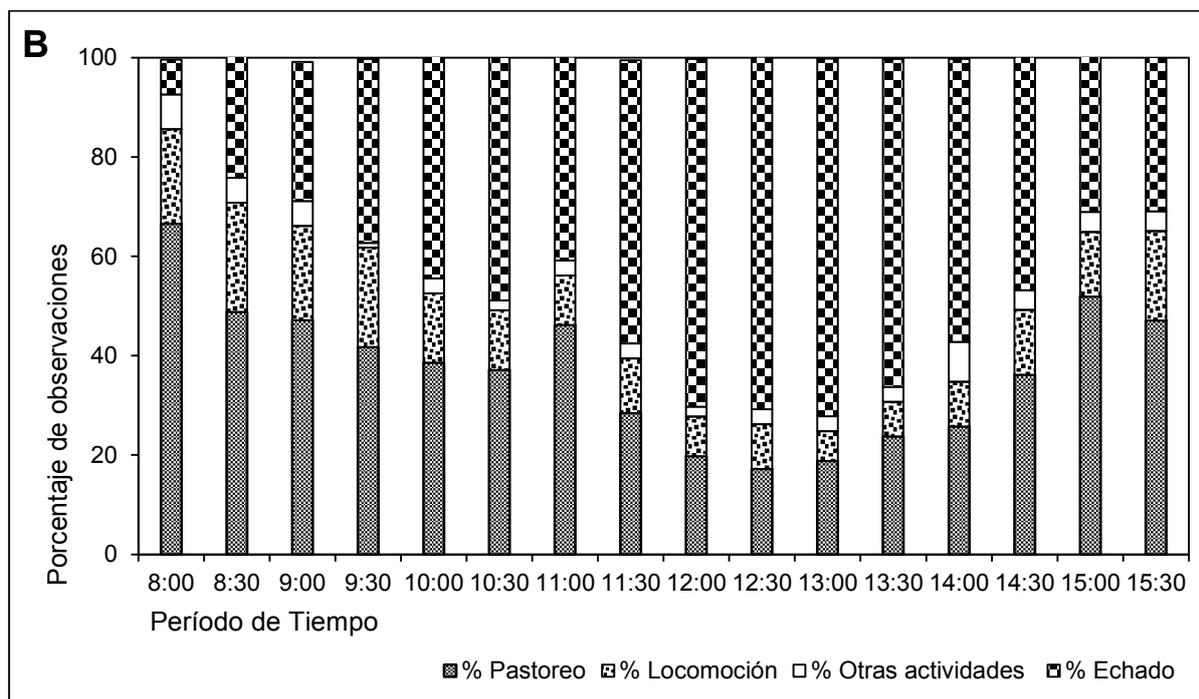
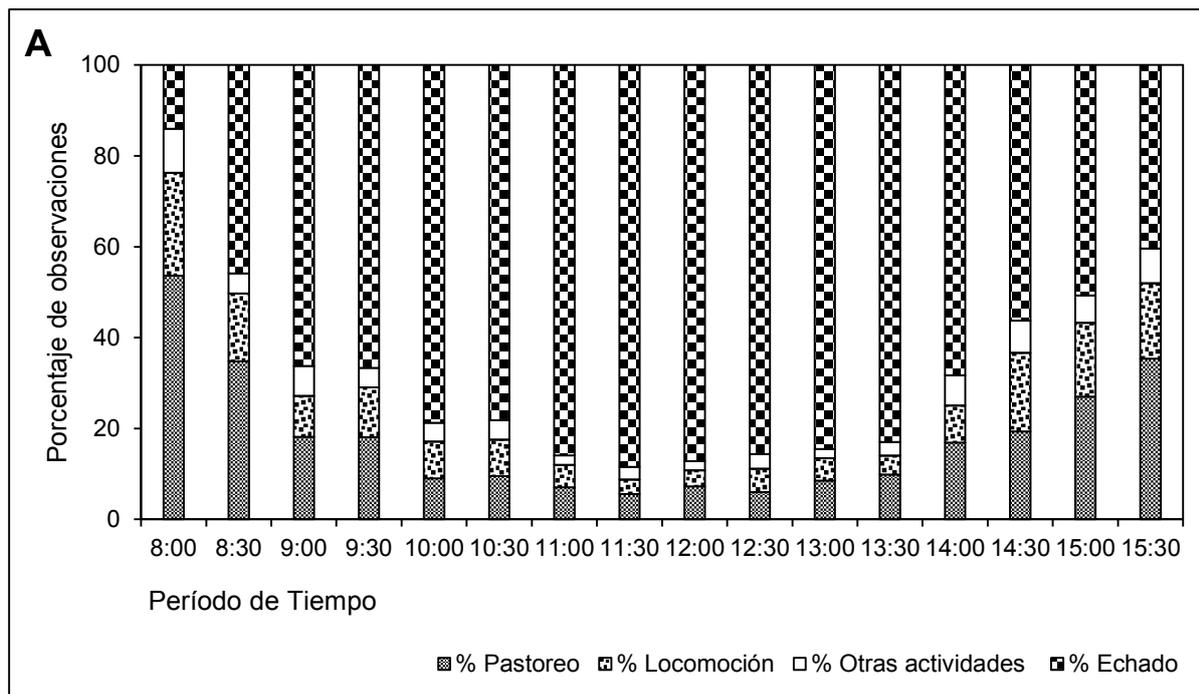


Figura 5. Porcentaje cerdos domésticos (A) y de jabalíes (B) observados que realizan diferentes actividades durante períodos de 30 minutos de un día de pastoreo de 8 horas (n=13 y n=9, respectivamente) “Otras actividades” incluye beber agua y actividades varias.

2.3.2 Características Organolépticas de la carne

2.3.2.1 Color y textura de la carne

Los resultados de color de la carne (luminosidad “L”, enrojecimiento “a*” y amarillamiento “b**”) y la textura de la carne en el LD de cerdo doméstico y jabalí se presentan en el Tabla 7.

Se observaron diferencias en la luminosidad “L”, enrojecimiento “a*” y amarillamiento “b**” de la carne de cerdo doméstico respecto del jabalí ($P < 0,01$). En la misma tabla, los promedios correspondientes a la fuerza de cizallamiento (kgf) fueron iguales ($P > 0,05$) en las dos grupos de animales.

Tabla 7. Color y textura de la carne proveniente de cerdos domésticos (n=13) y jabalíes (n=9) criados en un sistema de producción semi-extensivo

Variable	Cerdo	Jabalí	Significancia
Color			
Luminosidad (L)	48,40 ± 0,64	38,65 ± 0,77	***
Enrojecimiento (a*)	5,83 ± 0,26	8,68 ± 0,31	***
Amarillamiento (b*)	10,43 ± 0,14	9,65 ± 0,16	**
Textura			
Fuerza de cizalla kgf	1,73 ± 0,13	1,71 ± 0,15	NS

*** $P < 0,001$; ** $P < 0,01$; NS $P > 0,05$

kgf: Fuerza de cizallamiento-kilogramos de fuerza

2.3.2.2 Análisis sensorial de la carne

Los valores correspondientes al análisis sensorial (terneza, sabor y palatabilidad) de la carne de cerdo doméstico y jabalí fueron analizados usando la prueba binomial de dos extremos (Watts *et al.*, 1992).

Los resultados de la prueba se presentan en la Tabla 8. No hubo diferencias significativas ($P > 0,05$) para las variables en estudio. Sin embargo, se observa una tendencia ($P = 0,062$) a la preferencia de la carne de cerdo doméstico en la segunda sesión (día 2) del análisis sensorial.

Tabla 8. Panel sensorial de la carne proveniente de jabalíes (n=9) y cerdos domésticos (n=13) criados en un sistema de producción semi-extensivo

Sesión	Variables	Animales	Jueces	%	Sentencias necesarias ¹	Significancia ²
Día 1	Más tierno	Jabalí	14	63,64	17-18-19	NS
		Cerdo Doméstico	8	36,36		
	Mejor Sabor	Jabalí	12	54,55		
		Cerdo Doméstico	10	45,45		
	Preferencia	Jabalí	12	54,55		
		Cerdo Doméstico	10	45,45		
Día 2	Más tierno	Jabalí	15	68,18	17-18-19	NS
		Cerdo Doméstico	7	31,82		
	Mejor Sabor	Jabalí	8	36,36		
		Cerdo Doméstico	14	63,64		
	Preferencia	Jabalí	6	27,27		
		Cerdo Doméstico	16	72,73		†

¹ Sentencias mínimas para establecer diferencias significativas (Roessler *et al.*, 1956)

² Diferencias significativas según la tabla de significancia para prueba binomial de dos extremos (Watts *et al.*, 1992)

NS P>0,05; † tendencia estadística (P entre 0,05 a 0,10)

2.3.3 Características tecnológicas de la carne

2.3.3.1 pH de la carne y capacidad de retención de agua

En la Tabla 9, se presentan los resultados correspondientes a las características tecnológicas de la carne, incluyéndose entre otras al pH inicial y pH final. Para el pH inicial se consideraron las mediciones obtenidas 45 minutos *postmortem* de los animales, donde no se presentaron diferencias (P>0,05) entre el cerdo doméstico y el jabalí. Sin embargo, la variable obtenida como pH final en el cerdo doméstico y jabalí presentaron una tendencia (P = 0,0641) con valores de $5,46 \pm 0,02$ y $5,51 \pm 0,02$, respectivamente.

En la Tabla 9 también se presenta la capacidad de retención de agua de la carne de cerdo doméstico y jabalí dada por la pérdida total o pérdida por cocción. Se detectaron diferencias (P<0,05) en cuanto a la pérdida por cocción o pérdida total, dada principalmente por la pérdida por evaporación, la cual es superior en la carne cerdo doméstico e inferior en la carne de jabalí.

Tabla 9. pH inicial, pH final y capacidad de retención de agua de la carne proveniente de cerdos domésticos (n=13) y jabalíes (n=9) criados bajo un sistema de producción semi-extensivo

Variable	Cerdo Doméstico	Jabalí	Significancia
pH			
Inicial	6,02 ± 0,03	5,95 ± 0,08	NS
Final	5,46 ± 0,02	5,51 ± 0,02	†
Capacidad de Retención de Agua			
Pérdida por Evaporación, %	16,49 ± 0,71	13,45 ± 0,86	*
Pérdida por Goteo, %	1,79 ± 0,13	1,82 ± 0,15	NS
Pérdida Total/Cocción, %	18,28 ± 0,79	15,27 ± 0,94	*

† Tendencia estadística (P entre 0,05 a 0,10); * P<0,05; NS P>0,05

Valores promedios ± error estándar

2.3.4 Valor nutritivo de la carne

2.3.4.1 Perfil de ácidos grasos de la grasa dorsal y grasa intramuscular del jabalí y cerdo doméstico

Un total de 12 y 13 ácidos grasos fueron identificados en la grasa dorsal del jabalí y cerdo doméstico respectivamente. En tanto en el músculo 13 ácidos grasos correspondieron al jabalí y 11 al cerdo doméstico (Tabla 10).

En la grasa dorsal el jabalí presentó altas concentraciones de ácidos grasos saturados C10:0, C12:0, C14:0, C16:0 y C17:0 (P<0,01) pero bajas de C18:0 en relación al cerdo doméstico (P<0,01). El contenido de ácidos grasos saturados totales fue mayor en el jabalí (P<0,01). Los ácidos grasos monoinsaturados C16:1t y C17:1 fueron mayores en el jabalí (P<0,05) y el C18:1 ω-9 fue mayor en el cerdo doméstico (P<0,01). El total de ácidos grasos monoinsaturados fue mayor en el cerdo doméstico (P<0,01) dado por la mayor cantidad de C18:1 ω-9 en el mismo animal. De los ácidos grasos poliinsaturados únicamente el C18:3 c9c12c15 presentó diferencias significativas (P<0,05) entre el jabalí y el cerdo doméstico.

La sumatoria de ácidos grasos poliinsaturados fue igual en ambos, mientras que la relación poliinsaturados/saturados no presentó diferencias significativas entre los animales (0,8008). La sumatoria de ácidos grasos ω-3 (C18:3, C20:3, C20:5, C22:6) fue mayor en el jabalí que en el cerdo doméstico (P<0,05). En cuanto a la sumatoria de ácidos grasos ω-6 (C18:2, C20:2,

C20:4, C22:2 y C22:5) estos fueron similares en los dos grupos ($P=0,6313$). La relación $\omega-6/\omega-3$ mostró ser superior en el cerdo doméstico con respecto a la del jabalí ($P<0,05$).

En el músculo los ácidos grasos saturados, C6:0 y C12:0 presentaron diferencias ($P<0,01$) entre el jabalí y el cerdo doméstico. Los ácidos grasos C10:0, C14:0, C16:0, C18:0 así como el total de ácidos grasos saturados fueron similares ($P>0,05$). Los ácidos grasos monoinsaturados (C15:1, C16:1 n-7 y C18:1 $\omega-9$) así como el total de los ácidos grasos monoinsaturados fueron similares en el cerdo doméstico y jabalí. Los ácidos grasos poliinsaturados C18:2 cis9, cis12 y C18:3 cis9, cis12, cis15 presentaron diferencias ($P<0,01$), siendo el jabalí el de contenidos más altos en relación al cerdo doméstico. La relación de ácidos grasos poliinsaturados/saturados entre el jabalí y cerdo doméstico mostraron diferencias ($P<0,01$). Los contenidos de $\omega-3$ como los $\omega-6$ fueron mayores en el músculo de jabalí ($P<0,01$) con respecto a la del cerdo doméstico. La relación $\omega-6/\omega-3$ presentó diferencias ($P<0,05$) siendo menor en el cerdo doméstico con respecto a la del jabalí.

Tabla 10. Perfil de ácidos grasos de la grasa dorsal y grasa intramuscular proveniente de jabalíes (n=9) y cerdos domésticos (n=13) criados en un sistema de producción semi-extensivo

Acidos Grasos	Grasa Dorsal		Significancia	Grasa Intramuscular		Significancia
	Jabalí	Cerdo Doméstico		Jabalí	Cerdo Doméstico	
C6:0 (Caproico)	-	2,46 ± 0,74	-	1,04 ± 1,46	10,04 ± 1,22	***
C10:0 (Cáprico)	1,27 ± 0,17	0,56 ± 0,14	**	1,50 ± 0,24	1,50 ± 0,20	NS
C12:0 (Laurico)	4,05 ± 0,36	1,24 ± 0,30	***	2,31 ± 0,26	1,38 ± 0,22	**
C14:0 (Mirístico)	6,65 ± 0,54	3,42 ± 0,45	***	5,61 ± 0,50	4,93 ± 0,41	NS
C15:1 (Pentadecaenoico)	-	-	-	0,72 ± 0,43	0,44 ± 0,36	NS
C16:0 (Palmitico)	28,52 ± 1,36	22,85 ± 1,13	**	28,83 ± 1,59	26,42 ± 1,32	NS
C16:1t (Palmitelaídico)	0,81 ± 0,17	0,17 ± 0,14	*	-	-	-
C16:1 (Palmitoleico)	2,32 ± 2,00	4,53 ± 1,67	NS	4,30 ± 2,18	7,67 ± 1,81	NS
C17:0 (Heptadecanoico)	1,04 ± 0,17	0,26 ± 0,14	**	0,85 ± 0,08	-	-
C17:1 (Heptadecenoico)	0,61 ± 0,16	0,07 ± 0,14	*	0,75 ± 0,10	-	-
C18:0 (Esteárico)	6,18 ± 0,60	9,03 ± 0,50	***	7,00 ± 0,50	7,19 ± 0,42	NS
C18:1 (Vaccénico)	25,24 ± 1,49	31,20 ± 1,24	**	27,26 ± 1,06	28,14 ± 0,88	NS
C18:2c9c12 (Linoleico)	20,37 ± 1,34	21,22 ± 1,12	NS	17,71 ± 1,30	10,19 ± 1,08	***
C18:3c9c12c15 (Alfa Linolénico)	2,79 ± 0,25	2,06 ± 0,20	*	2,12 ± 0,24	0,68 ± 0,20	***
Saturados	47,88 ± 2,47	40,02 ± 2,06	*	47,14 ± 2,04	51,52 ± 1,70	NS
Monoinsaturados	28,97 ± 1,88	36,37 ± 1,56	**	33,03 ± 1,97	36,25 ± 1,64	NS
Poliinsaturados	23,15 ± 1,40	23,62 ± 1,17	NS	19,83 ± 0,88	12,23 ± 0,73	***
Poliinsaturados/Saturados	0,49 ± 0,07	0,64 ± 0,06	NS	0,43 ± 0,03	0,24 ± 0,02	***
Omega-3	2,79 ± 0,22	2,14 ± 0,19	*	2,12 ± 0,24	0,68 ± 0,20	***
Omega-6	20,37 ± 1,34	21,22 ± 1,12	NS	17,71 ± 0,81	11,55 ± 0,67	***
Omega-6/omega-3	7,74 ± 0,69	10,23 ± 0,57	*	8,73 ± 1,06	4,17 ± 1,24	*

(-) no se detectaron el ácido graso

*** $P<0,001$; ** $P<0,01$; * $P<0,05$; NS $P>0,05$

2.3.4.2 Contenido de colesterol en la grasa dorsal y músculo del jabalí y cerdo doméstico

El contenido de colesterol (mg/100g) determinado en la grasa dorsal e intramuscular proveniente de jabalí y cerdo doméstico son presentados en la Tabla 11, observándose que el colesterol se encuentra en mayor proporción en el jabalí tanto en la grasa dorsal como en la grasa intramuscular ($P < 0,05$) en relación al cerdo doméstico.

Tabla 11. Contenido de colesterol en grasa dorsal y grasa intramuscular del jabalí (n=9) y cerdo doméstico (n=13) en mg/100g

Grasa Dorsal		Significancia	Músculo		Significancia
Jabalí	Cerdo Doméstico		Jabalí	Cerdo Doméstico	
118,11 ± 6,90	91,69 ± 5,74	**	67,67 ± 2,37	53,08 ± 2,27	***

*** $P < 0,001$; ** $P < 0,01$

Valores promedios ± error estándar

2.3.5 Relación entre el comportamiento animal, características organolépticas, tecnológicas y nutricionales del jabalí y cerdo doméstico

Los coeficientes de correlación se analizaron en base a los aspectos relacionados con el comportamiento animal (pastoreo, echado, locomoción y otras), la calidad de carne (color, pH inicial y final, pérdida total (suma de pérdidas por cocción y evaporación), textura, colesterol en grasa intramuscular y el perfil de ácidos grasos (ácidos grasos de mayor contenido en grasa intramuscular). En la Tabla 12 el eje superior, diagonal y enumerado entre el 1 y el 15 corresponde a las correlaciones del jabalí y el eje inferior, diagonal y enumerado del 1 al 15 corresponde al cerdo doméstico.

En el jabalí, se observaron correlaciones significativas y positivas entre: L^* y b^* ($r^2=0,91$ $P < 0,0001$), pH final y a^* ($r^2=0,66$ $P < 0,05$), pérdida total y a^* ($r^2=0,66$ $P < 0,05$), colesterol intramuscular y pastoreo ($r^2=0,68$ $P < 0,05$), C18:2 ω -6 y pérdida total ($r^2=-0,68$ $P < 0,05$), C18:3 ω -3 y C18:1 ($r^2=0,94$ $P < 0,001$). En tanto se observaron correlaciones negativas entre: echado y pastoreo ($r^2=-0,95$ $P < 0,0001$), L^* y locomoción ($r^2=-0,71$ $P < 0,05$), b^* y locomoción ($r^2=-0,72$ $P < 0,05$), C18:1 y C16:0 ($r^2=-0,88$ $P < 0,01$), C18:3 ω -3 y C16:0 ($r^2=-0,89$ $P < 0,01$).

Para el caso del cerdo doméstico se observó una correlación similar a la presentada en el jabalí: echado y pastoreo ($r^2=-0,95$ $P<0,001$). También se observaron correlaciones negativas entre: locomoción y echado ($r^2=-0,89$ $P<0,0001$), a^* y L^* ($r^2=-0,67$ $P<0,05$); mientras las correlaciones positivas se observaron entre locomoción y pastoreo ($r^2=0,76$ $P<0,01$), C18:2 ω -6 y C16:0 ($r^2=0,56$ $P<0,05$).

Tabla 12. Coeficientes de correlación del comportamiento animal con las características organolépticas, características tecnológicas y características nutritivas del jabalí y cerdo doméstico

	Jabalí														
Cerdo doméstico	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1 Pastoreo	X	-0,95c	0,17	-0,42	0,19	-0,19	0,12	-0,42	0,20	-0,27	0,68a	-0,05	0,00	-0,36	0,02
2 Echado	-0,95c	X	-0,46	0,62	-0,12	0,41	-0,28	0,47	-0,38	0,31	-0,65	0,14	-0,17	0,36	-0,10
3 Locomoción	0,76b	-0,89c	X	-0,71a	-0,17	-0,72a	0,50	-0,26	0,62	-0,24	0,08	-0,30	0,52	-0,15	0,30
4 L*	-0,34	0,44	-0,30	X	-0,23	0,91c	-0,46	0,33	-0,62	-0,03	-0,22	0,42	-0,41	-0,07	-0,21
5 a*	0,11	-0,19	0,19	-0,67a	X	0,05	-0,08	0,66a	-0,06	0,66a	0,21	-0,04	-0,10	0,60	-0,17
6 b*	-0,06	0,13	-0,07	0,20	0,53	X	-0,36	0,39	-0,60	0,13	-0,04	0,64	-0,62	-0,12	-0,46
7 pH inicial	-0,44	0,31	-0,07	0,27	-0,29	-0,13	X	-0,32	0,24	-0,10	0,03	0,32	-0,08	-0,34	-0,38
8 pH final	0,35	-0,33	0,27	-0,07	-0,29	-0,26	-0,10	X	-0,34	0,53	-0,18	-0,06	0,05	0,71a	0,02
9 Textura	-0,06	-0,13	0,24	0,01	-0,20	-0,40	0,30	0,12	X	0,31	0,44	-0,18	0,02	0,13	-0,10
10 Pérdida Total	-0,30	0,26	-0,32	-0,45	0,30	-0,27	-0,30	-0,37	0,16	X	0,11	0,19	-0,47	0,68a	-0,52
11 Colesterol Gln	-0,13	0,03	0,02	-0,17	-0,18	-0,30	0,45	0,05	-0,05	-0,09	X	-0,03	-0,13	0,05	-0,15
12 C16:0	0,19	-0,18	0,01	0,12	-0,21	-0,20	0,03	-0,26	0,27	0,05	-0,30	X	-0,88b	-0,50	-0,89b
13 C18:1	0,07	-0,02	-0,21	-0,08	-0,02	-0,12	-0,26	0,35	0,11	0,04	-0,47	0,48	X	0,24	0,94c
14 C18:2 ω-6	-0,09	0,15	-0,25	0,32	-0,70b	-0,61a	0,18	0,23	0,19	0,05	-0,16	0,56a	0,41	X	0,20
15 C18:3 ω-3	-0,17	0,07	-0,07	-0,36	0,25	-0,09	0,00	0,22	0,61a	0,45	-0,22	0,05	0,46	-0,02	X

Comportamiento animal: (L*) Luminosidad, (a*) Enrojecimiento, (b*) amarillamiento, (Gln) Grasa Intramuscular, (C16:0) ácido palmítico, (C18:1) ácido oleico, (C18:2 ω-6) ácido linoleico, (C18:3 ω-6) ácido linolénico, (1) pastoreo, (2) echado, (3) locomoción, (4) L*, (5) a*, (6) b*, (7) pH inicial, (8) pH final, (9) Textura, (10) Pérdida Total, (11) Colesterol Gln, (12) C16:0, (13) C18:1, (14) C18:2 ω-6, (15) C18:3 ω-3.

(0 – 0,29) débil, (0,30 – 0,69) moderado, (0,70 – 1,00) fuerte

(a) Indica diferencias significativas P<0,05; (b) indica diferencias significativas P<0,01; (c) indica diferencias significativas P<0,001.

Eje diagonal e inferior equivale al cerdo doméstico; Eje diagonal y superior equivale al jabalí

2.4 DISCUSIÓN

2.4.1 Comportamiento del cerdo doméstico y jabalí bajo un sistema de producción semi-extensivo

Bote *et al.* (2000) y Lebret (2008), han señalado que actividades como el pastoreo y el ejercicio físico tienen efectos sobre la calidad nutritiva y pigmentación de la carne. Es así, que en el presente estudio, los jabalíes en un día de 8 horas de pastoreo dedicaron un 37% del tiempo a pastorear mientras el cerdo doméstico utilizó la mitad de este porcentaje de tiempo ($P < 0,001$). Estos hallazgos son similares a los obtenidos por Hodgkinson *et al.* (2013), quienes indicaron que el jabalí en un sistema productivo de similares características dedicó un 26% del tiempo a pastorear, equivalente a 2,1 horas cercanas a las 3,0 horas determinadas en el presente estudio. En el caso del cerdo doméstico, los resultados del presente estudio tienen similitud con los reportados por Stolba y Wood-Gush (1989), quienes indicaron que los cerdos en ambientes naturales dedican entre un 20 a 30% a esta actividad. Asimismo, en otro estudio Horrell *et al.* (2001) citado por Hodgkinson *et al.* (2013) indicaron que entre un 22 a 27% de los animales pastorean durante 3,5 horas del período de observación. La similitud de estos hallazgos es de interés ya que los animales recibieron una dieta suplementaria *ad libitum* al final de cada día, por lo que era de esperarse que el consumo de pradera al siguiente día se realice en forma natural ya que era su primera fuente de alimento.

Con respecto a la actividad caminar, los animales dedicaron una pequeña proporción del tiempo a realizar esta actividad. Es así que el jabalí dedicó 5,3% de su tiempo mientras que el cerdo doméstico dedicó un 4,1% lo que equivale a 25 y 20 minutos del total de tiempo evaluado, respectivamente. Cabe señalar que esta actividad probablemente pueda depender de la relación con las actividades restantes, es así que animales que pastorean dedican más tiempo a realizar esta actividad.

A pesar de que en el presente estudio los animales contaban con anillos nasales, aun gastaban una cantidad significativa de tiempo para hozar (el jabalí ocupó 28 minutos vs. 21 minutos del cerdo). Es posible que esta conducta más activa en el jabalí ($P < 0,01$)

este dada básicamente por la necesidad nutricional que tienen por el material vegetal o animal de origen subterráneo como raíces, bulbos, cormos, hongos y pequeños invertebrados. Misma actividad que de manera particular se puede presentar en suelos blandos o en lugares en los que las condiciones climáticas como la lluvia permitan la realización de dicha actividad con relativa facilidad (USDA Wildlife Services, 2010), la cual en el presente estudio se presentó mayoritariamente en el mes de abril mientras que en el verano (diciembre y marzo) fue menor dado que la capa del superficial del suelo es menos suave y húmeda (Rivero *et al.*, 2013)

Stolba y Wood-Gush (1989), Petersen (1994) y Jakobsen (2014), señalaron que los cerdos domésticos mantenidos en condiciones semi-extensivas tienen un comportamiento similar al jabalí. En el presente estudio, el jabalí fue más activo (54% del período de pastoreo realizando actividades “activas”) en relación al cerdo doméstico (32% del período de pastoreo) en un sistema de producción semi-extensiva ($P < 0,01$). Esto concuerda con lo descrito por McGraw y Mitchell (1998), quienes indicaron que el jabalí es un animal activo sobre todo en períodos de bajas temperaturas, condiciones frescas, lluviosas o nubladas. Por su parte Kittawornrat y Zimmerman (2010) señalaron al jabalí como un animal más activo destinando un 75% de su tiempo a actividades relacionadas con el pastoreo (escarbar, pastorear y explorar). En tanto, Sarria *et al.* (2001) observaron que los cerdos destinan un 41% de su tiempo en actividades relacionadas a la locomoción, la cual depende del peso del animal y de las condiciones climáticas.

Con respecto al comportamiento animal durante los meses de diciembre, marzo y abril; en esta última época se reportó una mayor actividad en los animales ($P < 0,01$), período que en Chile corresponde a la estación de otoño. Considerando que el clima es uno de los factores influyentes en el comportamiento animal, específicamente durante la época de verano y debido a las altas temperaturas los animales redujeron el comportamiento normal en el día bajo este tipo de sistemas (Bignoli, 1971; Achard, 2013). Rivero *et al.*, (2013) han reportado de una correlación entre el pastoreo y la temperatura del aire, lo cual indicaría que a mayor o menor temperatura se reduce o aumenta el período de pastoreo por parte de los animales. De la misma manera, Hahn *et al.*, (2003) citado por Arias *et al.* (2008), señalan que entre los factores medioambientales la radiación solar, humedad relativa, temperatura ambiental, velocidad del viento y precipitaciones pueden

hacer que los animales modifiquen su comportamiento. A lo anterior se suma lo señalado por Echevarría y Miazzi (2002), quienes señalan que el pelaje blanco y cuero sin pigmentación de animales los hacen más sensibles a la radiación ultravioleta, lo que provoca una disminución en sus actividades fisiológicas y de comportamiento. Por otra parte, Bolaños y Sánchez (1992), señalan que los animales son indiferentes con humedades relativas entre el 60% y 90% para evitar fatiga fisiológica. Sin embargo, esto no tiene relevancia en el presente estudio ya que durante los periodos de estudio de comportamiento (diciembre, marzo y abril), las humedades relativas se encontraron en este rango (Red Agrometeorológica de INIA, 2015).

Como ya se mencionó el comportamiento en este estudio se desarrolló en tres periodos (diciembre, marzo y abril), los cuales pueden corresponder a etapas fisiológicas de la producción porcina (crecimiento, engorde y terminación), lo cual puede indicar de un efecto de la edad sobre el comportamiento de las animales (Figura 4). Petersen (1994) señaló que las actividades que denotan una mayor actividad como pastorear, jugar, correr, hozar en los animales se desarrollan a partir de los primeros días hasta las cuatro a ocho semanas de vida del animal. Aunque, Stolba y Wood-Gush (1989), han indicado que los animales jóvenes son más activos que los adultos.

En el presente estudio, existió un patrón en la distribución de las actividades (% pastoreo, % locomoción, % otras actividades y % echado) durante periodos de 30 minutos de un día de 8 horas. Así tanto el cerdo doméstico como el jabalí se dedicaron a pastorear una vez que entraron al potrero. La mayor cantidad de pastoreo en el cerdo doméstico se realizó durante la primera hora y media, en la cual aproximadamente un 31% de las observaciones se dedicó a pastorear. En el caso del jabalí, esta situación fue aún mayor, ya que el pastoreo se realizó durante 3,5 horas, en la cual aproximadamente un 44% de las observaciones se dedicó a esta actividad. El alto nivel de pastoreo era de esperar, ya que los animales después de recibir la dieta suplementaria al final del día anterior (17:00 h) no tuvieron acceso a otra fuente alimenticia. La proporción de animales (cerdo doméstico y jabalí) pastoreando disminuyó con el transcurso del día, probablemente debido a la saciedad (Hodgkinson *et al.*, 2013) y/o debido a las condiciones medio ambientales. La locomoción tiene un comportamiento similar al del pastoreo en las dos animales, los mayores valores de observaciones en movimiento se observaron cuando los cerdos (23%) y jabalíes (19%)

ingresaron a las áreas de pastoreo, así como también cuando estaba por finalizar el período de evaluación del comportamiento (15:00-15:30 h), donde un 16 % de los animales (cerdo o jabalí) se encontraban activos. La proporción de animales que registraron inactividad, incrementaron gradualmente desde la mañana, alcanzando un mayor número de observaciones entre las 11:00-13:00 h en el cerdo doméstico (85-88%) y entre las 12:00-13:00 h en el jabalí (70-72%).

Todos estos resultados tienen relación con lo descrito por Blumetto *et al.* (2013) quienes señalan que los animales son más activos durante la mañana y tarde en relación al medio día donde la actividad se reduce al mínimo, debido a las condiciones de radiación solar máxima que pueden ocurrir entre las 11:00 h y 15:00 h (Jakobsen, 2014).

2.4.2 Características Organolépticas de la carne

2.4.2.1 Color de la carne

El color de la carne es una de las características organolépticas de mayor importancia por ser el primer atributo que percibe el consumidor (Ramírez, 2003). Los valores en la superficie del músculo LD en el cerdo doméstico mostraron en promedio $L^*=48,40$; $a^*=5,83$ y $b^*=10,43$ mientras que en el jabalí presentaron $L^*=38,65$; $a^*=8,68$ y $b^*=9,65$ denotando así una coloración oscura con mayor intensidad de rojo en el jabalí y una coloración más amarilla en el cerdo doméstico ($P<0,01$). Estos valores son coincidentes con los reportados por Marchiori y de Felício (2003) y por Ivanovic *et al.* (2013). En otro estudio, aunque en el músculo *Longissimus lumborum* (LL), Szmańko *et al.* (2007), reportaron una similitud en los parámetros de luminosidad (L^*) y enrojecimiento (a^*) en la carne de jabalí. Sin embargo, el valor de amarillez fue menor en el cerdo doméstico. Del mismo modo Mársico *et al.* (2010), en el músculo LD de jabalíes y cerdos domésticos criados al aire libre observaron valores similares a los aquí reportados en cuanto a luminosidad y enrojecimiento. No obstante, el valor de amarillez es similar al señalado por Szmańko *et al.* (2007). Estas discrepancias en el amarillamiento de la carne de cerdo doméstico pueden deberse a que en los estudios de Marchiori y de Felício (2003) así como el de Ivanovic *et al.* (2013) e inclusive en los reportados en el presente estudio, el cerdo doméstico utilizado se originó de la cruce entre dos razas. También es posible

que se deba a una asociación con el peso al sacrificio del cerdo doméstico (132,2 kg) con respecto al jabalí (33,0 kg, Depetris, 2005).

Diversos autores han evaluado las causas que producen la coloración de la carne. Es así que, Gentry *et al.* (2004), Szmańko *et al.* (2007) y Skewes *et al.* (2014), señalaron que los valores bajos en cuanto a luminosidad y altos de enrojecimiento en la carne de jabalí podrían estar asociados a un alto contenido de mioglobina, dado por la presencia de fibras musculares rojas oxidativas propias de la actividad física moderada realizadas en pastoreo (Karlsson *et al.*, 1999, Graziotti *et al.*, 2000, Ruusunen y Puolanne, 2004). En este mismo sentido, Topel *et al.* (1966), indicaron que la concentración de mioglobina en el músculo LD del cerdo doméstico es de 3,15 mg/g, mientras que en el jabalí es superior. Bote *et al.* (2000) señalan que el ejercicio físico es un factor que favorece la acumulación de pigmentos hemínicos, lo cual consigue un mayor metabolismo oxidativo y potencia las coloraciones más rojas en la carne. Esto tiene relación con el presente estudio, ya que el jabalí tuvo un comportamiento más activo que el cerdo doméstico. Stern *et al.* (2003), han encontrado que la intensidad del color rojo de la carne también tiene relación con el número de capilares. En este sentido Sales y Kotrba (2013) han reportado que la densidad de capilares en muestras de músculo LD de cerdo doméstico alcanza los 162 capilares/mm² mientras que en el jabalí son 345 capilares/mm², lo que también podría explicar las diferencias del enrojecimiento de la carne encontradas en el presente estudio. Camacho *et al.*, (2013) han señalado que la tendencia a mejorar la genética en cerdos ha provocado una disminución de las fibras musculares rojas por lo que músculos como el LD presentan una disminución en el color rojo de la carne.

2.4.2.2 Textura de la carne

Braun y Pattacini (2011) señalan que en carnes procedentes de cerdos los valores de Warner Bratzler Shear Force por debajo de 40 Nw es decir 4,1 kgf equivalen a carnes tiernas las cuales son aceptadas por un 100 % de los consumidores. Los cortes tanto del jabalí como del cerdo doméstico que fueron evaluados en el presente estudio presentaron valores de fuerza de corte por debajo al indicado. Graziotti *et al.* (2000) y Bote *et al.* (2000), señalan que en los sistemas de producción semi-extensiva, el ejercicio tiende a incrementar la textura de la carne a través de la acumulación de fibras tipo IIA, es así que cerdos producidos en sistemas al aire libre pueden producir carnes con mayor fuerza de corte en comparación con los sistemas de producción en galpón

(Beattie *et al.*, 2000). De acuerdo con el comportamiento activo del jabalí (Figura 4) en comparación con el cerdo doméstico, se hubiese esperado que la carne procedente del jabalí fuera más dura en comparación a la del cerdo doméstico. Sin embargo, en el presente estudio la textura en el músculo LD del jabalí (1,7 kgf/cm²) y del cerdo doméstico (1,7 kgf/cm²) fueron similares ($P > 0,05$). Es así que algunos estudios indican que en cerdos criados al aire libre el lomo es más tierno (2 kg/cm², (Gentry *et al.*, 2002). Mientras que, Postolache *et al.* (2011) indicaron que la textura en el músculo LD de jabalíes cazados fue de 4,45 kgf/cm², valor muy superior al de este estudio. En estudios como el de Christensen *et al.* (2000), se ha señalado que la mayor dureza de la carne depende de la temperatura de cocción. Cabe señalar que en el presente estudio la temperatura de cocción utilizada en la evaluación de la textura de la carne fue de 70 °C.

Por otra parte, Meinert *et al.* (2008) señalan al tejido conectivo y la grasa intramuscular como factores que afectan la textura. Bosselmann *et al.* (1995) plantean al colágeno como el componente mayoritario del tejido conectivo, el cual a su vez tiene relación con la edad de los animales (Fang *et al.*, 1999). En animales viejos existe una modificación del tipo de colágeno e incremento en la concentración de ligaciones cruzadas lo que producen carnes de característica dura. En nuestro estudio los animales fueron faenados a una misma edad, siendo posiblemente considerados como animales jóvenes, aun cuando no fue un parámetro medido en nuestro estudio las cantidades de colágeno en el músculo se asumen similares si se basa en lo reportado por Meinert *et al.* (2008), quienes observaron una baja variabilidad en el contenido de colágeno total entre una cruce de cerdos ($0,49 \pm 0,01\%$) y el jabalí ($0,43 \pm 0,04\%$) faenados con 6 meses de edad. Esto quizás pudo contribuir a que las carnes del jabalí y cerdo doméstico del presente estudio tuvieran una fuerza de corte similar. Con respecto al contenido de grasa intramuscular se ha demostrado que esta afecta la textura. Así, altas cantidades de ésta resultan en carnes más tiernas (Aaslyng y Stoier, 2004). Sin embargo, en este estudio, datos preliminares sobre el contenido de grasa intramuscular en el cerdo doméstico y el jabalí indican una similaridad.

2.4.2.3 Panel sensorial de la carne

Los resultados de panel sensorial de la carne (Tabla 9) indican que no se presentaron diferencias entre las muestras provenientes de jabalí y de cerdo doméstico en aspectos

como la ternura, sabor y palatabilidad ($P>0,05$). Los resultados de este panel sensorial tienen relación con lo descrito por Peluffo y Monteiro (2002) quienes señalan que el valor que registra la cizalla del método “Warner Bratzler Shear Force” (WBSF) es el mejor predictor de la realidad, por lo cual era de esperarse que al presentar similar textura entre las carnes (Tabla 8) con el uso del WBSF, entonces el panel sensorial no fuera capaz de detectar diferencias entre las dos grupos de animales.

En Chile existe una limitada información acerca de los patrones de consumo de carne de jabalí y cerdo doméstico. Sin embargo, en un estudio realizado en México con un tamaño de muestra de 1158 consumidores de carnes (res, pollo, cerdo y pescado), se determinó que el 55,2 % de estos, prefieren la carne por el gusto o sabor (Taddei *et al.*, 2012). Los hallazgos del estudio a pesar de no ser estadísticamente diferentes ($P>0,05$) reportan esta similitud en las sesiones tanto del día 1 como del día 2.

2.4.3 Características tecnológicas de la carne

2.4.3.1 pH de la carne

La disminución del pH después de la muerte del animal es causada por la degradación del glucógeno a ácido láctico, siendo este el factor implicado en la transformación del músculo a carne, con una crucial importancia en la calidad comestible del producto final (Marchiori y Felício, 2003; Galían, 2007).

Muñoz y Diestre (1992) citado por Ramírez (2003), señalan que la medición de pH a los 45 minutos y 24 horas es una de las herramientas para identificar carnes anómalas.

Los valores de pH inicial (45 minutos *postmortem*) en la carne de cerdo doméstico y jabalí del presente estudio se encontraron entre 5,9 y 6,2, valores con los cuales no se presentan carnes de característica pálida, suave y exudativa (PSE) (Graziotti *et al.*, 2000; Castrillón *et al.*, 2009). En el caso del cerdo doméstico los valores de pH inicial fueron similares a los observados en el LD de cerdos en confinamiento (Marchiori y Felício, 2003), así como también a los observados por Mársico *et al.* (2010) quienes estudiaron los parámetros físicos de la carne proveniente de jabalí, cerdos y su cruce

bajo un sistema productivo al aire libre. Sin embargo, Bee *et al.* (2004) reportaron en carne de cerdos de raza Large White criados al aire libre y suplementados con una dieta *ad libitum*, valores superiores a 6,3 de pH inicial. En otro estudio Gade (2008), observó que el valor de pH a los 38 minutos *postmortem* fue superior, siendo posible que el pH disminuya de acuerdo con el tiempo de medición. Otros autores (Müller *et al.*, 2000; Gentry *et al.*, 2002), indican que el pH inicial en cerdos (Yorkshire, Landrace, Duroc, Pietrain x Meishan) criados al aire libre es menor (5,8 y 5,9). Por el contrario no existe mucha información acerca de valores de pH inicial en el jabalí. Sin embargo, el valor reportado en el presente estudio fue bajo si se compara a los obtenidos con otros autores (Müller *et al.*, 2000; Marchiori y Felício, 2003; Mársico *et al.*, 2010), quienes en el músculo LD de jabalíes silvestres obtuvieron valores superiores (6,1; 6,2 y 6,4 respectivamente). A pesar de las diferencias existentes, el valor obtenido en el presente ensayo (5,95) se encuentra dentro del rango establecido para no desarrollar carnes PSE.

En nuestro estudio el pH-metro PCE 228 (PCE Instruments Chile SPA, Ibérica, España) fue utilizado para determinar el pH de la carne durante 24 horas con lapsos de 10 minutos. Sin embargo, los valores obtenidos se presentaron de manera errática. Por lo que, en estas circunstancias la determinación del pH final se realizó a partir de muestras mantenidas a -18 °C de 50 días *postmortem*. Las muestras fueron homogenizadas y añadidas en agua destilada de acuerdo a la Norma Chilena NCh1370/10.Of1978 para su posterior medición. Los valores de pH final en la carne de cerdo doméstico (5,5) y jabalí (5,5) del presente estudio fueron similares ($P > 0,05$) con los valores reportados por Enfält *et al.* (1997), Müller *et al.* (2000), Marchiori y Felício (2003), Bee *et al.* (2004), Gade (2008) y Mársico *et al.* (2010) quienes midieron el pH final a las 24 horas *postmortem* en el músculo LD de cerdos domésticos (cruzas o puros) y jabalíes cazados, cuyos valores estaban comprendidos entre 5,4 y 5,6, esto a pesar del mayor tiempo para su evaluación en nuestro caso. Sin embargo, en otros estudios, Gentry *et al.* (2002) y Gentry *et al.* (2004) en cerdos domésticos obtuvieron valores de pH final (entre 5,6 y 5,7) superiores a los obtenidos en el presente estudio. Por su parte, Szymańko *et al.* (2007) determinaron el pH final de la carne a 24 horas (carne fresca), 14 días (almacenada -1 °C) y 28 días (almacenada a -1 °C y -18 °C) de la cual no obtuvieron diferencias significativas, aunque sus resultados son superiores a los nuestros, señalan que estas condiciones no afectan el valor del pH de la carne. Sin embargo, los autores

observaron una tendencia a mayor pH en el jabalí respecto al cerdo doméstico. La similitud obtenida con respecto a la literatura citada es interesante, ya que a pesar del tiempo en que se midió el pH los datos tienen relación con los obtenidos a las 24 horas post-mortem de otros estudios. Cabe señalar que los valores obtenidos en cuanto al pH final en la carne de jabalí y cerdo doméstico en nuestro estudio indican que estos se encuentran entre los parámetros normales (5,5–6,0) para que la carne no sea de categoría oscura, firme y seca (DFD, Van der Wal *et al.*, 1988).

A pesar de que en el presente estudio la cantidad de glucógeno así como también el metabolismo muscular no fueron objetivo de estudio, para Mota *et al.* (2010) estos influyen entre otras variables sobre el pH final de la carne. De este modo, Braun y Pattacini (2011) indican que los cambios en el pH tras el sacrificio de los animales se deben a la degradación del glucógeno a ácido láctico. Por tanto, un valor alto en el pH final (6,0 a 6,2) del músculo es el resultado de una pérdida en las reservas de glucógeno lo que impide la conversión a ácido láctico, mientras que, un pH final menor a 5,2 es el resultado de un aumento en los niveles de glucógeno y por ende un aumento del contenido de ácido láctico (Yepes y Mateus, 2012). Hargreaves *et al.* (2004), en bovinos señalaron que la pérdida en las reservas de glucógeno incrementa cuando los animales pasan más de un día en los corrales de descanso pre sacrificio, debido a los factores de estrés, actividad física, transporte y peleas (Mota *et al.*, 2010; Braun y Pattacini, 2011). En el presente estudio los animales (cerdo doméstico y jabalí) fueron mantenidos en los corrales de descanso de la planta faenadora por menos de 24 horas.

2.4.3.2 Capacidad de retención de agua

Cheng *et al.* (2005), señalan que los procesos de cocción (temperatura y tasa de cocción) y los procesos de enfriamiento (métodos y tasa de enfriamiento) de la carne se encuentran relacionados con la capacidad de retención de agua. En el presente estudio, el proceso de cocción fue utilizado como mecanismo para determinar la CRA, proceso que está determinado por las pérdidas por evaporación y las pérdidas por goteo (Badiani *et al.*, 1998). La pérdida total se origina a partir de la sumatoria de las pérdidas por goteo y evaporación en el presente estudio, siendo mayores en el cerdo doméstico con respecto al jabalí ($P < 0,05$; 18,28% vs. 15,27%, respectivamente).

No existen muchos trabajos acerca de las diferencias en la CRA entre estos dos tipos de animales. Sin embargo, Suzuki *et al.* (2003) al comparar el músculo LD de razas puras Berkshire y Duroc con cruzas entre Berkshire, Duroc y Landrace, obteniendo mayores pérdidas por cocción en las cruzas (25,23 % a 27,43 %) que en las razas puras (19,30 % a 22,27 %). Franco *et al.* (2014) reportaron similares efectos al comparar la pérdida por cocción en el LD de cerdos criados al aire libre de raza Celta con las cruzas entre Duroc y Landrace, obteniendo una mayor pérdida en la craza con esta última raza. Aunque en el músculo LL y bajo un sistema de producción intensivo, Franci *et al.* (2005) encontraron un efecto similar a lo reportado en el presente estudio. La menor pérdida se observó en la raza pura respecto a la craza. En tanto, Marchiori y Felício (2003) estudiaron la CRA con la aplicación de presión y la pérdida por exudado en el músculo LD del cerdo doméstico (Landrace x Large White x Pietrain) y el jabalí. Los autores no observaron diferencias en sus valores, indicando efectos similares a los obtenidos en el presente estudio. Esto es una mayor pérdida de agua en la carne de cerdo ($21,97 \text{ cm}^2 - 5,53\text{g}/100\text{g}$) en comparación al jabalí ($20,45 \text{ cm}^2 - 4,49\text{g}/100\text{g}$).

Entre los factores que pueden incrementar o disminuir la capacidad de retención de agua en la carne se encuentra la presencia del alelo *RN-* y el ejercicio de los animales en sistemas al aire libre (Lundström *et al.*, 1998; Nilzen *et al.*, 2001; Stern *et al.*, 2003; Araujo *et al.*, 2011). Cheng *et al.* (2005) indicaron la presencia del alelo *RN* en cruzas entre Landrace x Yorkshire x Hampshire, lo que cobra relevancia pues en el presente estudio se utilizó una craza de cerdo doméstico entre Landrace x Large White. Olsson *et al.* (2003) han reportado mayores pérdidas por cocción en genotipos *RN-* que *RN*. Además, si las diferencias de la pérdida de agua en la carne están influenciadas por la actividad, pues el mismo autor señala que la reducción en la pérdida por goteo es más atribuible al incremento de la actividad física realizada en animales criados al aire libre, lo cual tiene relevancia con el estudio ya que el cerdo doméstico al ser un animal con ejercicio moderado presenta una mayor pérdida de agua.

2.4.4 Valor nutritivo de la carne

2.4.4.1 Perfil de ácidos grasos en la grasa dorsal y grasa intramuscular del jabalí y cerdo doméstico

El perfil de ácidos grasos es uno de los aspectos tecnológicos que inciden sobre la calidad de la carne (Wood *et al.*, 2004). Raj *et al.* (2010) señalan que entre otros el perfil de ácidos grasos se relaciona directamente con la salud humana. En animales monogástricos la composición de ácidos grasos en los tejidos está relacionada con el tipo de alimento consumido, la genética, la temperatura ambiental y el peso del animal al faenamiento (Raj *et al.*, 2010; Araujo *et al.*, 2011; Klensporf-Pawlik *et al.*, 2012; Dimatteo *et al.*, 2013).

El porcentaje de ácidos grasos saturados totales en el jabalí fue mayor (47,9%) en relación al cerdo doméstico (40,0%) en la grasa dorsal ($P < 0,05$), mientras que, en la grasa intramuscular su contenido fue similar (47,1% para el jabalí y 51,5% para el cerdo doméstico $P > 0,05$). En la grasa dorsal del jabalí (Razmaite *et al.*, 2008 y Skewes *et al.*, 2009) y en el cerdo doméstico (Bee *et al.*, 2004; Franci *et al.*, 2005; Hansen *et al.*, 2006; Raj *et al.*, 2010) se han reportado contenidos de ácidos grasos saturados similares a los del presente estudio. De la misma manera, en la grasa intramuscular del jabalí (Razmaite *et al.*, 2008; Skewes *et al.*, 2009), reportaron valores similares. Aunque, Ivanović *et al.* (2013) reportaron contenidos superiores (58,2%) en animales silvestres cazados. En la misma sección, pero en el cerdo doméstico, el total de ácidos grasos saturados se han reportado en menor contenido (Franci *et al.*, 2005; Raj *et al.*, 2010; Razmaite y Švirnickas, 2012; Ivanovic *et al.*, 2013).

En algunos estudios como los de Franci *et al.* (2005), Hansen *et al.* (2006), Galían (2007), Skewes *et al.* (2009), Razmaite *et al.* (2012) y Lorenzo *et al.* (2014) los contenidos de ácidos grasos C6:0, C10:0 y C12:0 son bajos en la grasa dorsal y carne de cerdos domésticos y por ende en muchas ocasiones son desplazados y no son tomados en cuenta para su análisis. Como se muestra en la Tabla 10, el ácido graso C6:0 se reportó en mayor contenido en la grasa dorsal y grasa intramuscular del cerdo doméstico. Este ácido graso se lo relaciona con el olor en la carne de caprinos, el cual se encuentra en valores superiores (16,5%) en relación a los encontrados en la carne

de cerdo doméstico y jabalí (Arruda *et al.*, 2002). Los contenidos correspondientes al ácido graso C10:0 fueron mayores en la grasa dorsal del jabalí en comparación con la grasa dorsal del cerdo doméstico ($P < 0,01$) y similares en la grasa intramuscular de ambas animales ($P > 0,05$), mientras que, el ácido graso C12:0 fue mayor en el jabalí tanto en la grasa dorsal ($P < 0,001$) como en la grasa intramuscular ($P < 0,01$) con respecto a los valores del cerdo doméstico. Estévez *et al.* (2003) reportaron bajos contenidos de ácido laurico en la grasa intramuscular de cerdos ibéricos (0,12% a 0,13%) en comparación a los reportados en el presente estudio.

El contenido del ácido graso C14:0 fue superior a lo presentado en estudios con jabalíes y cerdos domésticos en la grasa dorsal (Franci *et al.*, 2005; Razmaite *et al.*, 2008; Skewes *et al.*, 2009; Razmaite y Švirnickas, 2012) y en la grasa intramuscular de los mismos animales (Ivanovic *et al.*, 2013). En tanto el ácido graso C16:0 tanto el correspondiente de la grasa dorsal como de la grasa intramuscular de los animales estudiados, constituye aproximadamente el 60 % de los ácidos grasos saturados. Estos valores fueron similares a los de la grasa dorsal e intramuscular reportados en cerdos criados al aire libre y jabalíes criados comercialmente o cazados (Basso *et al.*, 2006; Razmaite *et al.*, 2008; Skewes *et al.*, 2009; Raj *et al.*, 2010; Razmaite y Švirnickas, 2012). Aunque en la grasa intramuscular del músculo LL, Strazdina *et al.* (2012) reportaron valores bajos en jabalíes cazados, los cuales en el mismo músculo, según Franci *et al.* (2005) presentan valores similares a los obtenidos en la grasa intramuscular del músculo LD de los animales del presente estudio.

Rogers *et al.* (2001) denominan al ácido graso heptadecanoico (C17:0) como margárico, mismo que se presenta en cantidades inferiores al 1% en las grasas. Este valor fue similar al que se reportó en el presente estudio tanto en la grasa dorsal como en la grasa intramuscular del jabalí y cerdo doméstico. Sin embargo, una mayor proporción se presenta en la grasa dorsal del jabalí. No obstante son escasos los valores reportados de C17:0 en jabalí. En este sentido Razmaite *et al.* (2008) informaron acerca de la composición de ácidos grasos en jabalíes enteros y castrados, donde el ácido graso C17:0 fue menor en la grasa dorsal e intramuscular. En cerdos híbridos, Razmaite y Švirnickas (2012) reportaron valores altos en la grasa subcutánea y valores bajos en el músculo. Aunque Estévez *et al.* (2003) en 3 líneas ibéricas criadas al aire libre y Karolyi

et al. (2007), en cerdos criados al aire libre en pastoreo y con dietas de maíz han reportado contenidos bajos de este ácido graso en el músculo LD.

Mahan y Escott-Stump (2000) indicaron que el ácido graso C18:0 tiene un comportamiento neutral y no tiene efecto sobre el colesterol en la sangre. A pesar de haber obtenido diferencias del ácido esteárico en la grasa dorsal ($P < 0,001$) y mantener contenidos similares en la grasa intramuscular ($P > 0,05$); el contenido de este ácido graso en la grasa dorsal del cerdo doméstico fue similar a los reportados por Rey *et al.* (2006) en cerdos ibéricos criados al aire libre alimentados con bellotas y pasto; en cruza de Pietrain x Landrace alimentados con aceite de lino o aceite de oliva (Nuernberg *et al.*, 2005) o en cerdos criados en corrales con piso de concreto (Raj *et al.*, 2010). Sin embargo, Nuernberg *et al.* (2005) y Rey *et al.* (2006) hallaron mayor contenido de C18:0 en la grasa intramuscular respecto a los hallazgos del presente estudio. En el jabalí, tanto en la grasa dorsal como en la intramuscular, se han reportado valores superiores a los reportados en el presente estudio (Razmaite *et al.*, 2008; Skewes *et al.*, 2009; Razmaite *et al.*, 2012; Ivanovic *et al.*, 2013).

El nivel total de ácidos grasos monoinsaturados (AGM) fue mayor en la grasa dorsal del cerdo doméstico (36,4%) en comparación que en la del jabalí (29,0%), mientras en la grasa intramuscular el nivel total de AGM fue similar entre los animales ($P > 0,05$). El ácido palmitelaídico (C16:1t) únicamente se presentó en la grasa dorsal y en mayor contenido en el jabalí que en el cerdo doméstico ($P < 0,05$). Hernández *et al.* (1991) señalaron que el contenido de isómeros trans como el C16:1t se presentan en productos cárnicos provenientes de cerdos en concentraciones entre 0,2% a 0,7%, valores muy cercanos a los reportados en las muestras provenientes de jabalí y cerdo doméstico del presente estudio. Los mismos autores (Hernández *et al.*, 1991) señalan que este tipo de isómeros sólo se presenta en la grasa animal. Con respecto al ácido graso oleico (C18-1 ω -9), este se relaciona mayormente con el nivel total de AGM. En la grasa dorsal las diferencias en el contenido indican que el cerdo doméstico tiene una mayor proporción (31,2%) que el jabalí (25,2%), mientras que en la grasa intramuscular el contenido es similar ($P > 0,05$), sin embargo, en el músculo de cerdos es más alto su contenido. Tribble (2006) citado por Klensporf-Pawlik *et al.* (2012), señalaron que desde un enfoque nutricional el cerdo es una fuente importante entre otros del ácido graso oleico. Morales *et al.* (2012) indicaron que en praderas del sur de Chile, específicamente de las regiones

de los Ríos y Los Lagos el contenido de C18-1 ω -9 es inferior en relación a granos y dietas con concentrados. Aunque Araujo *et al.* (2011) señalaron que los forrajes en etapas vegetativas avanzadas también pueden ser ricos en el ácido graso oleico. Sin embargo, contenidos mayores del ácido graso C18:1 ω -9 que los obtenidos en el presente estudio, han sido reportados por otros autores (Estévez *et al.*, 2003; Bee *et al.*, 2004; Rey *et al.*, 2006; Klensporf-Pawlik *et al.*, 2012), en la grasa dorsal como en la grasa intramuscular del músculo LD de cerdos ibéricos criados al aire libre alimentados con pasto y concentrado, en cerdos criados en 0,92 ha de pasto y alimentados *ad libitum* con dietas de crecimiento y finalización, en cerdos criados al aire libre y alimentados con bellota y pradera y en cerdos Large White y Landrace alimentados *ad libitum* con concentrados comerciales. Además, los mismos autores señalan que el alto contenido de este ácido graso está relacionado con la proporción que se encuentra en la dieta alimenticia. Adicionalmente se han reportado valores superiores del ácido graso oleico con respecto a los del presente estudio en la grasa dorsal e intramuscular de jabalíes mantenidos en corrales al aire libre alimentados con una dieta balanceada (Skewes *et al.*, 2009), quienes obtuvieron contenidos de un 40% por encima de los obtenidos en el presente estudio. En jabalíes cazados en la República de Lituania y tanto de la grasa intramuscular del músculo LD como de la grasa dorsal, la proporción del ácido graso oleico fue superior tanto al evaluar por sexo como por mes de caza (Razmaité *et al.*, 2012). En relación con otros músculos (*Longissimus lumborum*, *serratus anterior*) y en la grasa intramuscular los contenidos del ácido graso oleico han sido reportados altos (Skobrák *et al.*, 2011) y similares (Strazdina *et al.*, 2012) en jabalíes cazados.

Con respecto a la poliinsaturación, en la grasa dorsal es similar en los animales ($P>0,05$). Sin embargo, en la grasa intramuscular la composición es alta en jabalí (19,8%) y baja en el cerdo doméstico (12,2%). En el presente estudio tanto en la grasa dorsal como en la intramuscular, el ácido graso linoleico (C18:2 ω -6) y el ácido graso alfa linolénico (C18:3 ω -3) fueron identificados. A estos se les considera como ácidos grasos esenciales al no ser sintetizados *in vivo* (Nguyen, 2002), y por tanto su contenido está asociado con la ingesta de alimento y su biodisponibilidad en las dietas (Pascual *et al.*, 2006; Wood *et al.*, 2004; Klensporf-Pawlik *et al.*, 2012). Es posible que esta aseveración esté asociada con el mayor contenido del ácido linoleico reportado en la presente investigación en comparación a los reportados por Rey *et al.* (2006) en la grasa subcutánea de cerdos criados al aire libre; Mársico *et al.* (2007), en jabalíes faenados

de 9 meses; Skewes *et al.* (2009), en la grasa dorsal e intramuscular de jabalíes de diferente cariotipo genético, Razmaite y Švirmickas (2012), en el tejido subcutáneo de cerdos híbrido y Razmaite y Švirmickas (2012) en la grasa intramuscular y subcutánea de jabalíes clasificados de acuerdo al sexo, peso, y período de caza. Aunque otros autores con diferentes razas de cerdo, en la grasa subcutánea e intramuscular (Klensporf-Pawlik *et al.*, 2012) o en la grasa intramuscular de cerdos híbridos (Razmaite y Švirmickas, 2012) indican contenidos similares a los del presente estudio. Wood y Enser (1997) han indicado que la acumulación de C18:2 en los tejidos está asociado con el menor consumo de alimento en comparación con los que consumen *ad libitum*, cuyas diferencias se explican por la distinta síntesis de novo en los animales.

En cuanto al ácido graso C18:3 ω -3, el cual equivale entre un 6% a 12% del total de ácidos grasos poliinsaturados en la grasa dorsal y grasa intramuscular. Wood *et al.* (2004), lo señalaron como el segundo más importante ácido graso poliinsaturado, el cual se presenta en bajos niveles en concentrados al compararlo con el linoleico. Ponte *et al.* (2008) y Dewhurst *et al.* (2009), señalaron a las pasturas como fuente de ácidos grasos ω -3. Los contenidos que en praderas de *Lolium perenne* L., *Trifolium repens* L., *Bromus spp.* y *Holcus Lanatus* L. de las regiones de Los Ríos y Los Lagos en el Sur de Chile son superiores al compararlos con el concentrado (Morales *et al.*, 2012). Diversos autores han reportado bajos contenidos de este ácido graso en jabalí al compararlos con los reportados en la presente investigación (Skewes *et al.*, 2009; Skobrák *et al.*, 2011; Razmaite y Švirmickas, 2012). En cerdos mantenidos en corral y alimentados *ad libitum* Raj *et al.* (2010) observaron contenidos bajos de este ácido graso en la grasa dorsal y valores similares en la grasa intramuscular. Franci *et al.* (2005) en cerdos alojados intensivamente y alimentados con una dieta comercial, observaron valores entre 0,3 % a 0,4 % en la grasa dorsal. Por su parte, Estévez *et al.* (2003), en la grasa intramuscular del músculo LD, encontraron contenidos similares en cerdos ibéricos criados al aire libre alimentados con pasto y concentrado. Basso *et al.* (2006), reportaron que cerdos criados al aire libre con acceso a pasturas muestran un incremento del ácido graso alfa linolénico en relación a animales criados sin pastura o alojados en sistemas de corral.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, la proporción de ácidos grasos poliinsaturados y ácidos grasos saturados (AGP:AGS) debe ser de 0,4 o superior. Esta

aseveración es descartada en la grasa intramuscular del cerdo doméstico (0,2). Proporciones AGP:AGS similares a las de nuestra investigación han sido reportadas por Franco *et al.* (2014), en cerdos Celta x Landrace y Celta x Duroc criados en ambientes naturales y alimentados con dietas comerciales *ad libitum*. En la grasa intramuscular de jabalíes de diferente cariotipo genético, valores inferiores a los del jabalí pero muy similares a los del cerdo doméstico del presente estudio han sido reportados por Skewes *et al.* (2009). Cabe señalar que esta baja relación se puede deber al bajo contenido de ácidos grasos poliinsaturados (C18:2 y C18:3), más notable en la grasa intramuscular del cerdo doméstico debido a un menor contenido del ácido graso alfa linolénico en el músculo LD, el cual se presentó en 6 de 13 cerdos en comparación con el jabalí donde se presentaron en todos los LD en estudio. Sin embargo, Wood *et al.* (2004) señalaron que un alto contenido de C18:2 ω -6 debido al alto contenido de éste ácido graso en las dietas a base de cereales consumida por animales de carne si bien incrementa la proporción AGP:AGS también incrementa indeseablemente la proporción de ω -6/ ω -3.

Aluko (2012) señala que el ácido graso ω -6 más simple es el ácido linoleico (C18:2) mientras el ω -3 más simple es el linolénico. Ramírez-Retamal *et al.* (2014) indicaron la importancia en la proporción de los ácidos grasos ω -6 y ω -3, señalando que una proporción alta ω -6/ ω -3 es un factor de riesgo en ciertos tipos de cáncer y enfermedades coronarias en el corazón. Skewes *et al.* (2009) indicaron además que de acuerdo con las recomendaciones del Departamento de Salud de Gran Bretaña la proporción ω -6/ ω -3 debe ser menor o igual a 4 para contribuir con la reducción de las enfermedades coronarias. Los hallazgos de la presente investigación indican que en la grasa dorsal el jabalí tiene una menor proporción ω -6/ ω -3 en relación al cerdo doméstico ($P < 0,05$), y en la grasa intramuscular esta proporción es inversa, siendo menor en el cerdo doméstico y mayor en el jabalí ($P < 0,05$). Sin embargo, y al compararlo con el principio descrito por el Departamento de Salud de Gran Bretaña, tanto en la grasa dorsal como en la grasa intramuscular la relación ω -6/ ω -3 es alta. En gran parte de los estudios indicados anteriormente, la relación ω -6/ ω -3 es similar o considerablemente más alta a la reportada en la presente investigación. Cabe mencionar que el valor menor en la relación ω -6/ ω -3 en la grasa intramuscular del cerdo doméstico del presente estudio está relacionado con el número menor de animales al que se los detectó el ácido graso alfa linolénico en el músculo LD.

2.4.4.2 Contenido de colesterol en grasa dorsal y músculo de jabalí y cerdo doméstico

Los hallazgos de la presente investigación indican que el contenido de colesterol es superior en la grasa dorsal con respecto al contenido del mismo en la grasa intramuscular. No obstante Stajić *et al.* (2011) observaron que en el cerdo doméstico el colesterol se comporta de manera inversa al del presente estudio.

Los valores de la presente investigación indican que el jabalí tiene un mayor contenido de colesterol en la grasa dorsal con respecto al cerdo doméstico ($P < 0,01$). Hay escasas investigaciones que reporten valores sobre el colesterol en la grasa dorsal del jabalí. Sin embargo, en la grasa dorsal de cerdos domésticos (Mangalica, Large White x Landrace y Mangalica x Duroc) Csapó *et al.* (2000), reportaron hallazgos similares con valores de 88,44 mg/100g; 83,60 mg/100g y 92 mg/100g, respectivamente. Aunque por otro lado, el contenido de colesterol en la grasa dorsal del cerdo doméstico en el presente estudio fue mayor al compararlo con lo reportado para el mismo animal por Chizzolini *et al.* (1999; 59,3 mg/100g) y Bragagnolo *et al.* (2002; 33 mg/100g).

El contenido de colesterol en el músculo LD del cerdo doméstico presentó un bajo contenido de colesterol ($P < 0,05$) en relación al músculo LD del jabalí, lo cual no coincide con lo reportado por De la Vega (2003) y Skewes *et al.* (2014) quienes señalan que los niveles de colesterol en el jabalí son menores en relación al cerdo doméstico debido al nivel de engrasamiento de este último. Este hecho podría deberse al comparar al jabalí con cerdos domésticos criados en sistema de producción intensiva en los que su manejo productivo puede ser un factor determinante en los niveles de colesterol. En este contexto se ha observado que el contenido de colesterol total es menor en cerdos criados en sistemas al aire libre en relación con los criados en confinamiento. (Parunovic *et al.*, 2012).

Los contenidos de colesterol del músculo LD del jabalí coinciden con los descritos por Lui *et al.* (2007) en jabalíes de 37 cromosomas y en jabalíes criados en Chile (Paredes, 2002). Sin embargo, Skewes *et al.* (2009), Ivanovic *et al.* (2013) han reportado valores inferiores de colesterol a los presentados en el estudio en jabalíes ya sean criados al aire libre o cazados cuyos valores son $26,4 \pm 3,9$ mg/100 g y 44,94 mg/100 g,

respectivamente. Mientras que el resultado de colesterol total en el cerdo doméstico coincide con los reportados en cerdos de raza Large White y Landrace (Puskunigyté, 2005) y en carnes de origen chileno como la del cerdo descritos por Larraín y Vargas (2013). Bragagnolo y Rodríguez (2003), han señalado que la edad, raza, dieta y sistemas de producción son factores a los que se les atribuye la variación en el contenido de colesterol. En el presente estudio los animales tuvieron la misma edad, consumieron la misma dieta y se criaron bajo el mismo sistema de producción "semi-extensivo". Es así que la genética podría explicar las variaciones en el contenido de colesterol. Alasnier *et al.* (1996) señalaron que la cantidad de colesterol se ve afectado por el contenido de grasa intramuscular, así una mayor proporción de grasa intramuscular se traduce en un menor contenido de colesterol, la cual es una cualidad que tiene un componente genético (Gispert *et al.*, 1997). En el presente estudio, y en el caso del cerdo doméstico este proviene de una cruce de Landrace x Large White, cruce de acuerdo a la literatura incrementa la grasa intramuscular.

La literatura también menciona de un efecto de ciertos ácidos grasos saturados sobre el colesterol total, en donde los ácidos grasos C12:0 y el C14:0 tienen un efecto sobre la elevación del colesterol total (Daley *et al.*, 2010). Esto concuerda con los resultados del presente estudio, ya que el jabalí tanto en la grasa dorsal como en el músculo tuvo mayor proporción de estos ácidos grasos (lauríco y mirístico) lo que posiblemente tuvo efecto sobre el mayor colesterol total en relación a la obtenida en el cerdo doméstico.

Considerando los resultados obtenidos del presente estudio con respecto al contenido de colesterol en la grasa dorsal e intramuscular del jabalí y cerdo doméstico, cabe señalar como ejemplo, que un consumo diario de 200 g de grasa dorsal ya sea procedente de jabalí o de cerdo doméstico por día representa una ingestión diaria de 232,2 y 183,4 mg de colesterol respectivamente. Mientras que si el consumo fuera de 200 g de carne de jabalí o de cerdo doméstico por día, esta representaría una ingestión diaria de 135,34 y 110,16 mg de colesterol, respectivamente. Consumo tal que se encuentra dentro de la recomendación máxima de consumo de colesterol que es de 300 mg por día (Quaresma *et al.*, 2011).

2.4.5 Relación entre el comportamiento animal, características organolépticas, tecnológicas y nutricionales del cerdo doméstico y jabalí

Las relaciones encontradas con las correlaciones de Pearson fueron positivas y negativas, siendo de este modo débiles (0-0,29), moderadas (0,30-0,69) y fuertes (0,70-1,0). Sólo se consideraron para el análisis tanto el colesterol como algunos ácidos grasos mayoritarios de la grasa intramuscular, ya que la literatura señala que la grasa dorsal no es recomendable para el consumo por su elevado contenido energético por lo cual la grasa intramuscular contenida en el músculo es de consumo inevitable. Algunas correlaciones únicamente se presentaron en un animal (cerdo doméstico o jabalí) probablemente debido al resultado de la baja variación entre los valores de las variables.

En este estudio en ambos animales los comportamientos de mayor frecuencia fueron pastoreo y echado, por lo cual por definición siempre estarán relacionados fuertemente. En el cerdo doméstico la locomoción presentó una correlación positiva ($r^2=0,76$) con el pastoreo y negativa ($r^2=-0,89$) con echado. En el presente estudio la locomoción tomó en cuenta las actividades relacionadas como escarbar con pata, hozar, caminar, correr, jugar y beber agua. Anderson y Kothman (1980) y Metz y Bracke (2005), señalaron que la locomoción en los animales es una característica innata, que en sistemas de producción al aire libre permiten el desarrollo de un comportamiento exploratorio (Edwards, 2005) y la manipulación del alimento (Stolba y Wood Gush, 1989).

En el cerdo doméstico el enrojecimiento (a^*) se correlacionó negativamente ($r^2=-0,67$) con la luminosidad. Sabelo (2011) en cerdos observó una correlación significativa entre estos dos parámetros ($r^2=-0,33$) aunque baja en relación a la obtenida en nuestro estudio. Posiblemente esta relación puede indicar que carnes más claras serán menos rojas. La carne de jabalí presentó una correlación negativa ($r^2=-0,71$) entre la luminosidad (L^*) y la locomoción, lo cual podría indicar que carnes menos claras proceden de animales con mayor actividad. Bee *et al.* (2004) señalaron que las carnes oscuras tienen su origen en animales criados en sistemas de producción al aire libre. Asimismo en caballos Franco *et al.* (2011) reportaron coloraciones oscuras en la carne de animales con alta actividad. Graziotti *et al.* (2000) señalaron que las coloraciones claras u oscuras del músculo están relacionadas con el tipo de fibras musculares y estas a la vez con la actividad física. Gondret *et al.* (2005) indicaron que la carne de animales

provenientes de sistemas semi-extensivos tiene una alta proporción de fibras tipo I y IIa, las cuales están relacionadas con el color oscuro de la carne. En tanto, Boffi (2008) indica que las fibras glucolíticas son más evidentes en animales jóvenes e inactivos. Es así que, Meadus y MacInnis (2000) señalan que el potencial glucolítico de la carne de cerdo está correlacionada con la luminosidad ($r^2=0,40$) y con el amarillamiento ($r^2=0,43$). En la carne de jabalí además se encontró una correlación negativa ($r^2=-0,72$) entre el amarillamiento (b^*) y la locomoción, lo que sugiere que un carnes menos amarillas se originan de animales con mayor actividad. También se reportó una correlación positiva ($r^2=0,91$) entre el amarillamiento (b^*) y la luminosidad (L^*). En este sentido, McCann *et al.* (2008) y Sabelo (2011) reportaron correlaciones positivas entre la luminosidad y el amarillamiento en la carne de cerdos, aunque sus valores son inferiores y moderados ($r^2 = 0,54$ y $r^2 = 0,47$) comparados con los reportados en el presente estudio. Meškinytė-Kaušilienė *et al.* (2012) reportaron también una correlación significativa con el amarillamiento (b^*), indicando probablemente que carnes más claras son más amarillentas.

En el jabalí, el pH final de la carne se correlacionó positivamente ($r^2=0,66$) con el enrojecimiento (a^*) de la carne. Sin embargo, Maiorano *et al.* (2013) en cerdos criados al aire libre encontraron que el pH final se correlacionó negativamente con el enrojecimiento (a^*) ($r^2=-0,48$). En el caso de los bovinos Węglarz (2010) reportó una correlación inversa a la obtenida en el presente estudio. Esta correlación positiva probablemente significa que carnes más rojas tienen un pH final más alto.

Con respecto a la textura tanto en el jabalí como en el cerdo doméstico no se encontró ninguna correlación. En ovejas Watanabe *et al.* (1996) encontraron una correlación positiva entre la textura, evaluada por Warner Bratzler Shear Force, y el pH final de la carne, mientras que Shin *et al.* (2008), en el músculo LD de cerdos señalaron correlaciones con la pérdida por cocción ($r^2 = 0,45$) y luminosidad ($r^2 = 0,33$).

En el jabalí se presentó una correlación positiva ($r^2=0,66$) entre la pérdida total por cocción y el enrojecimiento. Esta correlación positiva probablemente significa que carnes mayormente rojas tienden a perder más agua por cocción, la cual es medida en términos de pérdida por evaporación y pérdida por goteo. Es posible además que la correlación señalada se asocie a lo señalado por Graziotti *et al.* (2000), quienes asociaron la jugosidad de la carne con el tipo de fibras musculares que en el jabalí y cerdo doméstico

predominan las de tipo I y IIA si los animales tienen actividad física, mismas fibras que dan la coloración de la carne.

Kalač (2011) y Morales *et al.* (2012) han reportado efectos del pastoreo en la reducción del colesterol en la carne bovina. En cerdos este efecto ha sido muy poco estudiado, pero se esperaría que un mayor consumo de pasto podría reducir los niveles de colesterol. Sin embargo, en el presente estudio la correlación en el jabalí fue positiva entre el tiempo de pastoreo y el contenido de colesterol de la grasa intramuscular ($r^2=0,68$), es decir a más tiempo de pastoreo mayor es el colesterol de la grasa intramuscular. Es importante aclarar que la variable pastoreo del presente estudio no está enfocada como consumo de forraje, sino más bien como el tiempo que dedican los animales al cumplimiento de esta actividad.

En el músculo LD de cerdos de raza Mangalitsa y Moravka (Petrović *et al.*, 2014), al correlacionar los diferentes ácidos grasos con los totales de ácidos grasos saturados encontraron correlaciones negativas entre el ácido graso oleico (C18:1) y la sumatoria de ácidos grasos saturados ($r^2 = -0,87$) muy similar a la correlación obtenida entre el ácido graso oleico (C18:1) y ácido graso palmítico (C16:0, $r^2 = -0,88$) del jabalí en el presente estudio, esta relación quiere decir, que a mayor contenido de ácido graso oleico menor es el contenido de ácido graso palmítico en la carne. En el cerdo doméstico no se presentó esta correlación.

En el cerdo doméstico el ácido graso linoleico (C18:2 ω -6) se relacionó positivamente ($r^2 = 0,56$) con el ácido graso palmítico (C16:0), lo que probablemente significa que cuando un ácido graso aumenta en su contenido aumenta también el otro ácido graso. También se encontraron correlaciones negativas con los valores cromáticos de enrojecimiento ($r^2=-0,70$) y amarillamiento ($r^2=-0,61$) de la carne. Montoya (2014) señala que el color de la carne es una de las características de calidad que se ve influenciada por los ácidos grasos. Probablemente esta correlación signifique que, a mayor contenido de ácido graso linoleico en la carne menor es el valor de enrojecimiento (a^*) y amarillamiento (b^*) en la misma. En la carne de jabalí este mismo ácido graso (C18:2 ω -6) presentó una correlación positiva ($r^2=0,68$) con la pérdida total por cocción. Como ya se mencionó anteriormente la pérdida total por cocción es la sumatoria de las pérdidas de evaporación y goteo. Wood *et al.* (2004) señalaron que la jugosidad de la

carne es afectada por los ácidos grasos. Así, el aumento del ácido graso linoleico puede resultar en un aumento de la pérdida total por cocción.

El contenido de ácido linolénico (C18:3 ω -3) en la grasa intramuscular del jabalí aumenta cuando disminuye el contenido de ácido palmítico ($r^2=-0,89$) y cuando aumenta el ácido graso oleico ($r^2=0,94$), mientras que en la grasa intramuscular del cerdo doméstico ninguna de las correlaciones señaladas fueron encontradas. Mientras que, la composición del ácido linolénico (C18:3 ω -3) en la grasa intramuscular del cerdo doméstico posiblemente puede relacionarse con el aumento de la textura de la carne medida con el Warner Bratzler Shear Force, relación que en el jabalí es inexistente.

2.5 CONCLUSIONES

- El estudio etológico del cerdo doméstico y del jabalí, revela que a pesar de ser criados bajo las mismas condiciones ambientales y de producción, el porcentaje de tiempo dedicado a actividades como pastorear, escarbar, hozar y caminar fueron mayores en jabalíes, mientras que la inactividad fue superior en el cerdo doméstico.
- En un periodo de 8 horas y con acceso a pradera, los porcentajes de pastoreo, locomoción y otras actividades fueron altas cuando el grupo de jabalíes y el grupo de cerdos domésticos ingresaron a los potreros correspondientes, disminuyendo progresivamente en las sucesivas 4 horas, y aumentando levemente hasta el final del estudio.
- En los aspectos relacionados con la calidad organoléptica, la carne de cerdo doméstico posee un color más blanco, amarillo y menos rojo que la carne proveniente de jabalí la cual presentó una coloración con un tono más oscuro. Sin embargo, se pudo apreciar que la textura medida con el WBSF no difirió entre la carne de ambos animales.
- El estudio sobre el perfil de ácidos grasos, revela que la carne procedente de jabalí es rica en el ácido graso alfa linolénico en comparación con la carne de cerdo doméstico. Mientras en la grasa dorsal del cerdo doméstico el contenido de ácidos grasos saturados es menor lo cual indica tener mejores propiedades saludables.
- Los cerdos alojados bajo el sistema de producción semi-extensiva con disponibilidad de pasturas y una dieta de similares características que la usada en los jabalíes, confiere de atributos favorables como el menor contenido de colesterol en la composición nutricional del músculo, para la salud humana.
- Los datos correspondientes a las correlaciones sugieren que los cambios de unos rasgos pueden afectar en otros atributos de calidad de la carne. Por lo tanto estas correlaciones presentan información importante que puede ser usada en la realización de futuros estudios dirigidos a la aclaración de los resultados obtenidos.

2.6 BIBLIOGRAFÍA

- Aaslyng, M. y Stoier, S. 2004. The effect of intramuscular fat on eating quality of pork depending on end point temperature. *In Proceedings of the 50th international congress of meat science and technology*, 548–550, 8–13 August, Helsinki, Finland.
- Achard, A. 2013. Efecto de la técnica de anillado en el comportamiento de cerdos Pampa-Rocha (*Sus scrofa* doméstica) en un sistema de cría a campo. Tesis 9-57.
- Alasnier, C.; Réminon, H.; Gandemer, G. 1996. Lipid characteristics associated with oxidative and glycolytic fibres in rabbit muscles. *Meat Sci.* 43:213-224.
- Aluko, R.E. 2012. Bioactive Lipids. Functional Foods and Nutraceuticals, *Food Sci. Text Series.* 23-36.
- Anderson, D. y Kothmann, M. 1980. Relationship of Distance Traveled with Diet and Weather for Hereford Heifers. *J. Range Manage.* 33(3):217-220.
- Aravena, P. y Skewes, O. 2007. European wild boar purebred and *Sus scrofa* intercrosses. Discrimination proposals. A review. *AgroCiencia*, 23(3):133-147.
- Araujo, W., Albino, L., Sakomura, N., Paulino, P. y Campos, A. 2011. Meat quality in “in door” and “outdoor” production systems of poultry and swine. *O. J. Anim. Sci.* 01(03):75-88.
- Arruda, S., Biscontini, T., Costa, R. & Madruga, M. 2002. El perfil de ácidos grasos de la carne de mestizos de caprinos del semiárido del nordeste brasileño. *Sociedad española de ovinotecnia y caprinotecnia*, 244.
- Arias, R., Mader, T. y Escobar, P. 2008. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. *Arch. Med. Vet.* 40(1):7-22.
- Badiani, A., Nanni, N., Gatta, P., Bitossi, F., Tolomelli, B. y Manfredini M. 1998. Nutrient content and retention in selected roasted cuts from 3-month-old ram lambs. *Food Chem.* 61(1-2):89-100.
- Basso, L., Cossu, M. E., Moisés, S., Brunori, J., Campagna, D., Alleva, G. y Franco, R. (2006). Fat quality of pigs from different production systems. *In 52nd International Congress of Meat Science and Technology: Harnessing and Exploiting Global Opportunities.* Wageningen Academic Pub. 13-18 August.
- Beattie, V.E., O’Connell, N.E. y Moss, B.W. 2000. Influence of environmental enrichment on the behavior, performance and meat quality of domestic pigs. *Livest. Prod. Sci.* 65:71-79.

- Bee, G., Guex, G. y Herzog, W. 2004. Free-range rearing of pigs during the winter: adaptations in muscle fiber characteristics and effects on adipose tissue composition and meat quality traits. *J. Anim. Sci.* 82(4):1206-1218.
- Bignoli, D. 1971. Comportamiento de los animales en pastoreo. *Dinámica Rural*, 36:104-106.
- Blumetto, O. Velazco, S., Barber, F. y García, A. 2013. Comparison of extensive and intensive pig production systems in Uruguay in terms of ethologic, physiologic and meat quality parameters *Rev. Bras. Zootecn.* 42(7):521-529.
- Boffi, F. M. 2008. Entrenamiento y adaptación muscular: sustratos y vías metabólicas para la producción de energía. *Rev. Bras. Zootecn.* 37:197-201.
- Bolaños, O. y Sánchez, O. 1992. Elementos básicos para animales de granja. Cabras. UNED. San José, Costa Rica.
- Bonneau, M. y Lebret, B. 2010. Production systems and influence on eating quality of pork. *Meat Sci.* 84(2):293-300.
- Bosselmann, A., Möller, C., Steinhart, H., Kirchgessner, M. y Schwarz, F.J. 1995. Pyridinoline cross-links in bovine muscle collagen. *J. Food Sci.* 60(5):953-958.
- Bragagnolo, N. y Rodriguez, D. 2003. Comparison of the cholesterol content of Brazilian chicken and quail eggs. *J. Food Compos. Anal.* 16(2):147-153.
- Braun, R.O. y Pattacini, S.H. 2011. Calidad de carne porcina. Evaluación de propiedades tecnológicas de la res de cerdos alimentados con sorgo termoprocesado en la región semiárida Pampeana. *Rev. Fac. Agron. – UNLPam*, 22:5-12
- Bote, C. L., Fructuoso, G. y Mateos, G. G. 2000. Sistemas de producción porcina y calidad de la carne. El cerdo ibérico. *Proceedings XVI FEDNA*. 1-35.
- Calder, P. 2001. Polyunsaturated fatty acids, inflammation, and immunity. *Lipids*, 36(9): 1007-1024
- Camacho, M., Arechavaleta, M. Braña, D. y Ramírez, F. 2013. Factores genéticos que influyen en la calidad de la carne de cerdo. 32:2-24
- Castrillón, W. E., Fernández, J. A. y Restrepo, L. F. 2009. Variables asociadas con la presentación de carne PSE (Pálida, Suave, Exudativa) en canales de cerdo. *Colombian Journal of Animal Science and Veterinary Medicine*, 20(3):327-338.
- Cheng, Q., Sun, D.-W. y Scannell, A. G. M. 2005. Feasibility of water cooking for pork ham processing as compared with traditional dry and wet air cooking methods. *J. Food Eng.* 67(4):427-433.
- Chizzolini, R., Zanardi, E., Dorigoni, V. y Ghidini, S. 1999. Calorific value and cholesterol content of normal and low-fat meat and meat products. *Trends Food Sci. Tech.* 10(4):119-128.

- Christensen, M., Purslow, P.P. y Larsen, L.M. 2000. The effect of cooking temperature on mechanical properties of whole meat, single muscle fibres and perimysial connective tissue, *Meat Sci.* 55:301-307.
- Csapó, J., Húsvéth, F., Csapó-Kiss, Z., Varga-Visi, É. y Horn, P. 2000. Fatty acid composition and cholesterol content of the fat of pigs of various genotypes. *Agriculture-London*, 6:64-67.
- Depetris, G. 2005. Calidad de carne asociada al Sistema de producción. *Sitio argentino de Producción Animal*, 1-8.
- Daley, C., Abbott, A., Doyle, P., Nader, G. y Larson, S. 2010. A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef. *Nutr J.* 9(10):1-12.
- De la Vega, J. 2003. Las Otras Carnes en Chile: Características y Consumo. Universidad Austral de Chile and Fundación para la Innovación Agraria, Valdivia, Chile. 31 pp.
- Dewhurst, R., Delaby, L., Moloney, A., Boland, T. y Lewis, E. 2009. Nutritive value of forage legumes used for grazing and silage. *Irish J. Agr. Food Res.* 48(2):167-187.
- Dimatteo S., Mársico G., Facciolongo A.M., Ragni M. y Zezza, F. 2003. Chemical and fatty acid composition of meat of wild boars fed on diets containing polyunsaturated fatty acids. *Ital. J. Anim. Sci.* 418-420.
- Echevarría, A.I. y Miazzo, R. 2002. El ambiente en la producción animal. *Sitio argentino de Producción Animal*, 1-29.
- Edwards, S. A. 2005. Product quality attributes associated with outdoor pig production. *Livest. Prod. Sci.* 94(1-2):5-14.
- Enfält, A. C., Lundström, K., Hansson, I., Lundeheim, N. y Nyström, P. E. 1997. Effects of outdoor rearing and sire breed (Duroc or Yorkshire) on carcass composition and sensory and technological meat quality. *Meat Sci.* 45(1):1-15.
- Estévez, M., Morcuende, D. y Cava, R. 2003. Physico-chemical characteristics of M. *Longissimus dorsi* from three lines of free-range reared Iberian pigs slaughtered at 90 kg live-weight and commercial pigs: a comparative study. *Meat Sci.* 64(4):499-506.
- Fang S.H., Nishimura T. y Takahashi K. 1999: Relationship between development of intramuscular connective tissue and toughness of pork during growth of pigs. *J. Anim. Sci.* 77:120-130.
- Franci, O., Bozzi, R., Pugliese, C., Acciaioli, A., Campodoni, G. y Gandini, G. 2005. Performance of Cinta Senese pigs and their crosses with Large White. 1 Muscle and subcutaneous fat characteristics. *Meat Sci.* 69(3):545-550.

- Franco, D., Rodríguez, E., Purrinos, L., Crecente, S., Bermudez, R. y Lorenzo, J. 2011. Meat quality of "Galician Mountain" foals breed. Effect of sex, slaughter age and livestock production system. *Meat Sci.* 88(2):292-298.
- Franco, D., Vázquez, J. A. y Lorenzo, J. M. 2014. Growth performance, carcass and meat quality of the Celta pig crossbred with Duroc and Landrace genotypes. *Meat Sci.* 96(1):195-202.
- Gade, P. 2008. Effect of rearing system and mixing at loading on transport and lairage behaviour and meat quality: comparison of outdoor and conventionally raised pigs. *Animal*, 902-911
- Galían, 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. UNIVERSIDAD DE MURCIA. Tesis. 1-366.
- Gentry, J. G., McGlone, J. J., Blanton, J. R., Jr. y Miller, M. F. 2002. Alternative housing systems for pigs: influences on growth, composition, and pork quality. *J. Anim. Sci.* 80(7):1781-1790.
- Gentry, J. G., McGlone, J. J., Miller, M. F. y Blanton, J. R., Jr. 2004. Environmental effects on pig performance, meat quality, and muscle characteristics. *J. Anim. Sci.* 82(1):209-217.
- Gispert, M., Valero, A., Oliver, M.A., Diestre, A. 1997. Problemas asociados a la falta de grasa en las canales porcinas. *Eurocarne* 61:27-32.
- Gondret, F., Combes, S., Lefaucheur, L. y Lebret, B. 2005. Effects of exercise during growth and alternative rearing systems on muscle fibers and collagen properties. *Reprod. Nutr. Dev.* 45(1):69-86.
- Graziotti, G., Ríos, C. y Basso, L. 2000. Las fibras musculares esqueléticas y la producción de carne en el cerdo. *Rev. Argent. Prod. Anim.* 20: 145-159.
- Hansen, L., Claudi-Magnussen, C., Jensen, S. y Andersen, H. 2006. Effect of organic pig production systems on performance and meat quality. *Meat Sci.* 74(4): 605-615.
- Hargreaves, A., Barrales, L., Peña, I., Larraín, R. y Zamorano, L. 2004. Factores que influyen en el pH Ultimo e Incidencia de Corte Oscuro en Canales de Bovinos. *Cienc. Investig. Agrar.* 31(3):155-166.
- Hernández, N., Codony, R., Rafecas, M. y Boatella, J. 1991. Contenidos de isómeros trans de los ácidos grasos en productos cárnicos (I) Embutidos. *Grasas Aceites*, 42(2):143-147.
- Hodgkinson, S. M., López, I. F. y Navarrete, S. 2009. Ingestion of energy, protein and amino acids from pasture by grazing European wild boar (*Sus scrofa* L.) in a semi-extensive production system. *Livest. Sci.* 122(2-3):222-226.

- Hodgkinson, S.M., Matus, F. y López, I.F. 2013. Behavior of grazing European wild boar (*Sus scrofa*) in a semi-extensive production system. *Cienc. Investig. Agrar.* 40(1):193-199.
- Hofmann, K. 1973. Was ist Fleischqualität?. *Fleischwurstch*, 53:485.
- Ivanović, S., Stojanović, Z., Popov-Raljić, J., Baltić, M., Pisinov, B. y Nešić, K. 2013. Meat quality characteristics of DurocxYorkshire, DurocxYorkshirexwild boar and wild boar. *Hemijaska industrija*, 67(6):999-1006.
- Jakobsen, M. 2014. Organic growing pigs in pasture systems – effect of feeding strategy and cropping system on foraging activity, nutrient intake from the range area and pig performance. *Science and Technology Institute of Agroecology*, Tesis. 1-100.
- Kalač, P. 2011. The effects of feeding fresh forage and silage on some nutritional attributes of beef: an overview. *Journal of Agrobiology*, 28(1):1-13.
- Karlsson, A.H., Klont, R. y Fernandez, X. 1999. Skeletal muscle fibres as factors for pork quality. *Livest. Prod. Sci.* 60:255-269.
- Karolyi, D., Salajpal, K., Kiš, G., Đikić, M. y Jurić, I. 2007. Influence of finishing diet on fatty acid profile of *Longissimus dorsi* muscle of Black Slavonian pigs. *Poljoprivreda*, 13(1):176-179.
- Kittawornrat, A. y Zimmerman, J.J. 2010. Toward a better understanding of pig behavior and pig welfare. *Animal Health Research Reviews*, 1-8.
- Klensporf-Pawlik, D., Szydlowski, M., Kaczmarek, A., Nowacka-Woszuik, J., Switonski, M. y Jeleń, H. 2012. The fatty acid composition of the *Longissimus dorsi* muscle, subcutaneous and visceral fats differ in four commercial pig breeds. *J. Anim. Feed Sci.* 21:661-676.
- Larraín, R. y Vargas, E. 2013. Composición de cortes de carne bovina nacional. *Pontificia Universidad Católica de Chile y Fundación para la Innovación Agraria*, 35
- Lebret, B. 2008. Effects of feeding and rearing Systems on growth, carcass composition and meat quality in Pigs. *Animal*, 2(10):1548-1558.
- Lorenzo, J. M., Fernández, M., Iglesias, A., Carril, J. A., Rodríguez, I. M. y Franco, D. 2014. Influencia de la localización sobre el perfil de ácidos grasos del cruce de cerdo Celta con Mangalica. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 4.
- Lui, J. F., Macuco, V. S. O., Neto, A. C., Tosta, P. A. y Malheiros, E. B. 2007. Lipid, protein and cholesterol levels in the meat of wild boars (*Sus scrofa scrofa*) of different genetic groups. *Arch. Zootec.* 56(216):951-954.
- Liu, H. W. y Zhou, D. W. 2013. Influence of pasture intake on meat quality, lipid oxidation, and fatty acid composition of geese. *J. Anim. Sci.* 91(2): 764-771.

- Lundström, K., Enfält, A., Tornberg, E. y Agerhem, H. 1998. Sensory and technological meat quality in carriers and non-carriers of the RN- allele in Hampshire crosses and in purebred Yorkshire pigs. *Meat Sci.* 48(1):115-124.
- Mahan, L.K. y Escott-Stump, S. 2000. Krause's Food, Nutrition and Diet Therapy. 10ed. W.B. Saunders, Philadelphia, PA, USA.
- Marchiori, A. y Felício, P. 2003. Quality of wild boar meat and commercial pork. *Scientia Agricola*, 60(1):1-5.
- Maiorano, G., Gambacorta, M., Tavaniello, S., D'Andrea, M., Stefanon, B. y Pilla, F. 2013. Growth, carcass and meat quality of Casertana, Italian Large White and Duroc x (Landrace x Italian Large White) pigs reared outdoors. *Ital. J. Anim. Sci.* 12(3):426-431.
- Mársico, G., Tarricone, S., Rasulo, A., Forcelli, M., Pinto, F., Melodia, L. y Ragni, M. 2007. *Meat quality of wild boars, pigs and crossbreed reared in bondage*. Paper presented at the *Proceedings of the 6th International Symposium on the Mediterranean Pig*, October. 308-315.
- Mársico, G., Rasulo, A., Dimatteo, S., Tarricone, S., Pinto, F. y Ragni, M. 2010. Pig, F1 (wild boar x pig) and wild boar meat quality. *Ital. J. Anim. Sci.* 6(1)701-703.
- McCann, M. E. E., Beattie, V. E., Watt, D. y Moss, B. W. 2008. The Effect of Boar Breed Type on Reproduction, Production Performance and Carcass and Meat Quality in Pigs. *Irish J. Agr. Food Res.* 47(2):171-185.
- McGraw, C.C. y Mitchell, J. 1998. Feral Pigs (*Sus scrofa*) in Queensland. *Pest Status Review Series*, 1-23.
- Meadus, W. J. y MacInnis, R. 2000. Testing for the RN- gene in retail pork chops. *Meat Sci.* 54(3):231-237.
- Meinert, L., Christiansen, S. C., Kristensen, L., Bjerregaard, C. y Aaslyng, M. D. 2008. Eating quality of pork from pure breeds and DLY studied by focus group research and meat quality analyses. *Meat Sci.* 80(2):304-314.
- Meškinytė-Kaušilienė, E., Jukna, V. y Klementavičiūtė, J. 2012. Correlations between meat quality traits and cholesterol content in *M. longissimus dorsi* in pigs of different genotypes. *Chem. Tech.* 62(4):45-47.
- Metz, J. H. M. y Bracke, M. B. M. 2005. Assessment of the impact of locomotion on animal welfare. *Stocarstvo*, 59(1):31-38.
- Montoya, C. 2014. Caracterización de algunas variables de calidad de carne en bovinos manejados bajo diferentes condiciones de producción en el trópico colombiano. (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín). 9-116.

- Morales, R., Folch, C., Iraira, S., Teuber, N. y Realini, C. E. 2012. Nutritional quality of beef produced in Chile from different production systems. *Chil. J. Agr. Res.* 72(1):80-86.
- Mota, D., Alarcón, A., Vásquez, G. y Guerrero, I. 2010. Músculo oscuro, firme y seco en bovinos: mecanismos involucrados. *En: Bienestar Animal y Calidad de la Carne.* (Eds) Mota-Rojas, D., Guerrero Legarreta, I. y Trujillo Ortega, M.E. Editorial BM Editores. México. 271-285.
- Muller, E., Moser, G., Bartenschlager, H. y Geldermann, H. 2000. Trait values of growth, carcass and meat quality in Wild Boar, Meishan and Pietrain pigs as well as their crossbred generations. *J. Anim. Breeding Genet.* 117(3):189-202.
- Nguyen, L. Q. 2002. Fatty acid supply of growing pigs in Central Vietnam. Tesis. 5-113
- Nilzén, V., Babol, J., Dutta, P. C., Lundeheim, N., Enfält, A. C. y Lundström, K. 2001. Free range rearing of pigs with access to pasture grazing—effect on fatty acid composition and lipid oxidation products. *Meat Sci.* 58(3):267-275.
- Nuernberg, K., Fischer, K., Nuernberg, G., Kuechenmeister, U., Klosowska, D., Eliminowska-Wenda, G., Fiedler, I., Ender, K. 2005. Effects of dietary olive and linseed oil on lipid composition, meat quality, sensory characteristics and muscle structure in pigs. *Meat Sci* 70(1): 63–74.
- Olsson, V., Andersson, K., Hansson, I. y Lundström, K. 2003. Differences in meat quality between organically and conventionally produced pigs. *Meat Sci.* 64(3):287-297.
- Pascual, J., Rafecas, M., Canela, M., Boatella, J., Bou, R., Baucells, M. y Codony, R. 2006. Effect of increasing amounts of a linoleic-rich dietary fat on the fat composition of four pig breeds. Part I: Backfat fatty acid evolution. *Food Chem.* 96(4):538-548.
- Paredes, D. 2002. Caracterización de carne de Jabalí (*Sus scrofa*) procedente de animales criados en Chile. Universidad Austral de Chile Valdivia-Chile. Tesis
- Parunovic, N., Petrovic, M., Matekalo-Sverak, V., Trbovic, D., Mijatovic, M. y Radovic, C. 2012. Fatty acid profile and cholesterol content of m. longissimus of free-range and conventionally reared Mangalitsa pigs. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 42(2):101-113.
- Peluffo, M. y Monteiro, M. (2002). Terneza: una característica a tener en cuenta. *Instituto Plan Agropecuario Uruguay*, 4.
- Petersen, V. 1994. The Development of feeding and investigatory behaviour in free-ranging domestic pigs during their first 18 weeks of life. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 42(2):87-98.
- Petrović, M., Wähner, M., Radović, Č., Radojković, D., Parunović, N., Savić, R. y Brkić, N. 2014. Fatty acid profile of m. *longissimus dorsi* of Mangalitsa and Moravka pig breeds. *Arch. Tierz.*, 57(17):1-12.

- Ponte, P.I.P., Rosado, C.M.C., Crespo, J.P., Crespo, D.G., Mourão, J.L., Chaveiro-Soares, M.A., Brás, J.L.A., Mendes, I., Gama, L.T., Prates, J.A.M., Ferreira, L.M.A., Fontes, C.M.G.A., 2008. Pasture intake improves the performance and meat sensory attributes of free-range broilers. *Poult. Sci.* 87:71–79
- Postolache, N., Lazăr, R. y Boișteanu, C. 2011. Researches on the characterization of physical and chemical parameters of refrigerated meat from wild boar sampled From the NE part of Romania. *Lucrări Științifice*, 54:193-197.
- Puskunigytė, J., Juna, V., Mikelėnas, A., Jančienė, I., Januškevičienė, G. y Stimbirys, A. 2005. Cholesterolio kiekis skirtingų veislių kiaulių mėsoje. (Doctoral dissertation, Lietuvos veterinarijos akademija).
- Quaresma, M., Alves, S., Trigo-Rodriguez, I., Pereira-Silva, R., Santos, N., Lemos, J. y Bessa, R. 2011. Nutritional evaluation of the lipid fraction of feral wild boar (*Sus scrofa scrofa*) meat. *Meat Sci.* 89(4):457-461.
- Raj, S., Skiba, G., Weremko, D., Fandrejewski, H., Migdal, W., Borowiec, F. y Polawska, E. 2010. The relationship between the chemical composition of the carcass and the fatty acid composition of intramuscular fat and backfat of several pig breeds slaughtered at different weights. *Meat Sci.* 86(2):324-330.
- Ramírez, A. 2003. Características cárnicas de jabalí (*Sus scrofa L.*) domesticadas, sacrificadas a dos pesos de faenamiento: propiedades físico-químicas de la carne. *Valdivia, Chile*.
- Ramírez-Retamal, J., Morales, R., Martínez, M.E. y de la Barra, R. 2014. Effect of the type of pasture on the meat characteristics of Chilote Lambs. *Food Nutr. Sci.* 5:635-644.
- Razmaite, V., Kerziene, S. y Siukscius, A. 2008. Pork Fat Composition of Male Hybrids from Lithuanian Indigenous Wattle Pigs and Wild Boar Intercross. *Food Sci. Tech. Int.* 14(3):251-257.
- Razmaitė, V. y Švirmickas, G. 2012. Comparison of fatty acid composition in different pig tissues. *Vet. Zootec.* 58(80):77-82.
- Red Agrometeorológica de INIA. 2015. Disponible en: <http://agromet.inia.cl/> (Acceso septiembre 2015).
- Rey, A., Daza, A., López, C. y López-Bote, C. 2006. Feeding Iberian pigs with acorns and grass in either free-range or confinement affects the carcass characteristics and fatty acids and tocopherols accumulation in Longissimus dorsi muscle and backfat. *Meat Sci.* 73(1):66-74.
- Rivero, J., López, I. y Hodgkinson, S.M. 2013. Pasture consumption and grazing behaviour of european wild biar (*Sus Scrofa L.*) under continuous and rotational grazing systems. *Livest. Sci.* 154:175-183

- Roessler, E. B., Baker, G. A. y Amerine, M. A. 1956. One-tailed and two-tailed tests in organoleptic comparisons. *J. Food Sci.* 21(1):117-121.
- Rogers, J., Dieffenbacher, A. y Holm, J. 2001. Lexicon of lipid nutrition (IUPAC Technical Report). *Pure Appl. Chem.* 73(4):685-744.
- Ruusunen, M. y Puolanne, E. 2004. Histochemical properties of fibre types in muscles of wild and domestic pigs and the effect of growth rate on muscle fibre properties. *Meat Sci.* 67(3):533-539.
- Sabelo, C. 2011. Effects of pre slaughter handling on pork quality from a smallholder abattoir. University of Fort Hare.
- Sales, J. y Kotrba, R. 2013. Meat from wild boar (*Sus scrofa* L.): a review. *Meat Sci.* 94(2):187-201.
- Sánchez, E. Navarro, C., Sayas, M., Sendra, E., Fernández, J. y Pérez, J. 2010. Efecto de las condiciones ante-mortem y post-mortem sobre los factores que determinan la calidad de la carne. *En: Bienestar animal y calidad de la carne.* (Eds.) Mota, D., Guerrero, I. y Trujillo, M.E. Editorial BM Editores. México. 329-349.
- Sarria, B. P., Pérez, P. H. y Silva, M. J. 2001. Caracterización de las actividades de comportamiento de cerdos al aire libre. *LRRD*, 13:11-20.
- Servicio Meteorológico de la Armada de Chile. Disponible en: http://meteoarmada.directemar.cl/prontus_meteo/site/edic/base/port/inicio.html# (Acceso agosto 2015).
- Shin, H., Choi, Y., Nam, Y., Lee, S., Choe, J., Jeong, D. y Chul, B. 2008. Relationships among instrumental tenderness parameters, meat quality traits and histochemical characteristics in porcine Longissimus dorsi muscle. *Food Sci. Biotechnol.* 17(5):965-970
- Skewes, O. 2004. Historia del Jabalí y su crianza en Chile. Segundo Seminario Internacional de Producción del Jabalí. 19 de noviembre 2004, Temuco – Chile.
- Skewes, O. y Morales, R. 2006. Crianza de jabalí (*Sus scrofa* L.) en Chile. Distribución, Tamaño y aspectos básicos de manejo. *AgroCiencia*, 22(1)29-36.
- Skewes, O., Morales, R., Mendoza, N., Smulders, F. y Paulsen, P. 2009. Carcass and meat quality traits of wild boar (*Sus scrofa* s. L.) with 2n=36 karyotype compared to those of phenotypically similar crossbreeds (2n=37 and 2n=38) raised under the same farming conditions 2. Fatty acid profile and cholesterol. *Meat Sci.* 83(2):195-200.
- Skewes, O., Cadiz, P., Merino, V., Islas, A. y Morales, R. 2014. Muscle fibre characteristics, enzyme activity and meat colour of wild boar (*Sus scrofa* s. L.)

- muscle with 2n=36 compared to those of phenotypically similar crossbreeds (2n=37 and 2n=38). *Meat Sci.* 98(2):272-278.
- Skobrák, E., Bodnár, K., Mikóne, E., Gundel, J. y Jávör, A. 2011. The comparison analysis of the main chemical composition parameters of wild boar meat and pork. *Anim. Sci. Biotech.* 44(1):105-112.
- Stajić, S., Živković, D., Perunović, M., Šobajić, S. y Vranić, D. 2011. Cholesterol content and atherogenicity of fermented sausages made of pork meat from various breeds. *11th International Congress on Engineering and Food*, 1:568-575.
- Stern, S., Heyer, A., Andersson, H., Rydhmer, L. y Lundström, K. 2003. Production results and technological meat quality for pigs in indoor and outdoor rearing systems. *Acta Agr. Scand. A-An.* 53(4):166-174.
- Stolba, A. y Wood-Gush, D.G. 1989. The Behaviour of pigs in a semi-natural environment. *Anim. Prod.* 48:419-425.
- Strazdina V., Jemeljanovs A., Sterna V. y Paeglitis D. 2012 Evaluation of nutrition value of deer meat obtained in Latvian farms and wildlife. *In: Landbauforschung. Agriculture and Forestry Research*, Special issue 362:19.
- Suzuki, K., Shibata, T., Kadowaki, H., Abe, H. y Toyoshima, T. 2003. Meat quality comparison of Berkshire, Duroc and crossbred pigs sired by Berkshire and Duroc. *Meat Sci.* 64(1):35-42.
- Szmańko, T., Górecka, J., Korzeniowska, M., Malicki, A. y Eeremenko, E. 2007. Comparison of chosen quality parameters of meat from wild boar and domestic Pigs. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 57(4):523-528.
- Taddei, C., Preciado, M., Robles, J. y Garza, C. 2012. Patrones de consumo de carne en el noroeste de México. *Estudios Sociales*, 2:77-96.
- Topel, D., Merkel, R., Mackintosh, D. y Hall, J. (1966). Variation of some physical and biochemical properties within and among selected porcine muscles. *J. Anim. Sci.* 25(2):277-282.
- USDA Wildlife Services (2010). Feral Hog Biology, Impacts and Eradication Techniques USDA APHIS *Wildlife Services*, 3-32.
- Van der Wal, P., Bolink, A. y Merkus, G. 1988. Differences in quality characteristics of normal, PSE and DFD pork. *Meat Sci.* 24(1):79-84.
- Watanabe, A., Daly, C. C. y Devine, C. E. (1996). The effects of the ultimate pH of meat on tenderness changes during ageing. *Meat Sci.* 42(1):67-78.
- Webb, E. C. y Erasmus, L. J. 2013. The effect of production system and management practices on the quality of meat products from ruminant livestock. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 43(3):413-423.

- Węglarz, A. 2010. Meat quality defined based on pH and colour depending on cattle category and slaughter season. *Czech J. Anim. Sci.* 55:548-556.
- Wood, J. y Enser, M. 1997. Factors influencing fatty acids in meat and the role of antioxidants in improving meat quality. *Br. J. Nutr.* 78(1):S49-60
- Wood, J., Richardson, R., Nute, G., Fisher, A., Campo, M., Kasapidou, E. y Enser, M. 2004. Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Sci.* 66(1):21-32.
- Yepes, L. y Mateus, F. 2012. Estimación del comportamiento del glucógeno y el pH muscular en relación al tiempo postsacrificio en cerdos. *Revista Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente*, 3(4):50-62.