

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA CANAL, CARNE Y GRASA
EN CERDOS ALIMENTADOS CON DIFERENTES
SUBPRODUCTOS DE LA SOJA**

por

María Cecilia BRATSCHI FERNÁNDEZ

**TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo**

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2016**

Tesis aprobada por:

Director:

MSc. Ing. Agr. Cecilia Carballo

PhD. Ing. Agr. Roberto Bauzá Devessi

MSc. Ing. Agr. Gustavo E. Capra

Fecha:

22 de diciembre de 2016

Autor:

María Cecilia Bratschi Fernández

AGRADECIMIENTOS

Creo oportuno agradecer aquellas personas que aportaron su granito de arena para que hoy pudiera estar presentando éste trabajo.

A mi familia y amigos que estuvieron de forma incondicional.

A mi jefa de tesis MSc. Ing. Agr. Cecilia Carballo por sus valiosos aportes.

A mis jefes y consejeros PhD. Ing. Agr. Roberto Bauzá y MSc. Ing. Agr. Gustavo Marisquirena por sus charlas, conocimiento y paciencia.

Y por último a todos y cada uno de los que estuvieron presentes en esta larga etapa de mi vida.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
1.1 <u>OBJETIVO</u>	2
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1. <u>CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL</u>	5
2.1.1. <u>Rendimiento en caliente (RC)</u>	5
2.1.2. <u>Largo de res (LR)</u>	6
2.1.3. <u>Espesor de grasa dorsal (EGD)</u>	6
2.1.3.1. <u>Composición y análisis de la grasa dorsal</u>	7
2.1.4. <u>Área del ojo de lomo (AOL)</u>	12
2.2. <u>CARACTERÍSTICAS DE LA CARNE</u>	12
2.2.1. <u>Color</u>	13
2.2.2. <u>Capacidad de retención de agua (CRA)</u>	15
2.2.2.1. <u>Pérdidas por goteo (PPG)</u>	15
2.2.2.2. <u>Pérdidas por cocción (PPC)</u>	16
2.2.3. <u>Terneza (T)</u>	16
2.2.4. <u>Grasa intramuscular (GI)</u>	18
2.3. <u>CARACTERIZACIÓN DE LA SOJA</u>	19
2.3.1. <u>Factores antinutricionales</u>	20
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	22
3.1. <u>PERÍODO Y LUGAR DE REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO</u>	22
3.2. <u>ANIMALES UTILIZADOS</u>	22
3.3. <u>TRATAMIENTOS EVALUADOS</u>	23
3.4. <u>COMPOSICIÓN DE LAS DIETAS</u>	23
3.5. <u>MEDICIONES Y MUESTREOS REALIZADOS EN PLANTA DE FAENA Y EN PLANTA DE DESOSADO</u>	25
3.6. <u>MANEJO DE LAS MUESTRAS RETIRADAS Y SU PROCESAMIENTO EN LABORATORIO</u>	25
3.7. <u>PARÁMETROS EVALUADOS DE LA CANAL</u>	25
3.7.1. <u>Rendimiento en caliente (RC)</u>	25
3.7.2. <u>Longitud de la res (LR)</u>	26
3.7.3. <u>Espesor de grasa dorsal (EGD)</u>	26
3.7.4. <u>Área del ojo de lomo (AOL)</u>	26
3.8. <u>PARÁMETROS EVALUADOS DE LA CARNE</u>	26
3.8.1. <u>Color de la carne (L* a* b*)</u>	26
3.8.2. <u>Capacidad de retención de agua (CRA)</u>	28

3.8.2.1. Perdidas por goteo (PPG).....	28
3.8.2.2. Perdidas por cocción (PPC).....	28
3.8.3. <u>Terneza (T)</u>	28
3.8.4. <u>Porcentaje grasa intramuscular (GI)</u>	29
3.9. PARÁMETROS EVALUADOS DE LA GRASA.....	29
3.9.1. <u>Perfil lipídico</u>	29
3.9.2. <u>Punto de fusión (PF)</u>	30
3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	30
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	31
4.1. PARÁMETROS EVALUADOS DE LA CANAL.....	31
4.2. PARÁMETROS EVALUADOS DE LA CARNE.....	34
4.3. PARÁMETROS EVALUADOS DE LA GRASA.....	37
5. <u>CONCLUSIONES</u>	43
6. <u>RESUMEN</u>	44
7. <u>SUMMARY</u>	45
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	46
9. <u>ANEXOS</u>	55

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Contenido de ácidos grasos (mg/100g de tejido adiposo subcutáneo) de filetes de lomo en vacas y chuletas en cerdos y ovejas.....	8
2. Composición de la dieta (porcentaje base fresca) según tratamiento en E1.....	23
3. Composición química (en base seca) según tratamiento, en E1.....	23
4. Composición de la ración (porcentaje base fresca) para el período de recría según tratamiento para E2.....	24
5. Composición química (en base seca) de la ración recría, según tratamiento para E2.....	24
6. Composición de la ración (porcentaje en base fresca) para el período de engorde según tratamiento, para E2.....	24
7. Composición química (en base seca) de la ración engorde según tratamiento para E2.....	24
8. Parámetros medidos en la canal para E1 y E2, según tratamiento.....	32
9. Parámetros medidos en la carne para E1 y E2 según tratamiento.....	35
10. Concentración (%) de ácidos grasos en la grasa dorsal según tratamiento para E1.....	37
11. Principales relaciones entre ácidos grasos según tratamiento para E1.....	38
12. Punto de fusión según tratamiento para E2.....	41
Figura No.	
1. Relación entre la concentración de C18:2 en los tejidos del cerdo y la consistencia de la grasa.....	10
2. Mediciones registradas en la media canal y en el <i>Longissimus dorsi</i>	27
3. Muestras de <i>Longissimus dorsi</i> en suspensión para medición de PPG.....	28
4. Muestras de <i>Longissimus dorsi</i> previo a ser cocinadas a baño María para medición de PPC.....	28
5. Cizalla Warner- Bratzler automática para medición de terniza.....	29
6. Índice de lodo (IV) según tratamiento para E1.....	40

1. INTRODUCCIÓN

Uruguay tiene una estructura de consumo de carnes muy diferente a la del resto del mundo. La carne de cerdo ocupa el tercer lugar, con una participación del 16% (INAC, 2015) siendo la carne bovina la de mayor consumo. Sin embargo, en los últimos años se ha producido un crecimiento en el consumo de carne porcina, dicho aumento se ha atribuido a cuestiones de precio y una variedad de productos, principalmente cortes frescos, que no se presentaban antes (Errea et al., 2013).

Cabe destacar que el abastecimiento para compensar este aumento es de origen extranjero, principalmente de Brasil, ya que el libre mercado no solo favoreció la importación de materia prima (carne y grasa) para la elaboración de chacinados sino el ingreso de productos ya elaborados y cortes frescos (Bell et al., 2014).

La producción de cerdo a nivel nacional se caracteriza por contar con unas 8080 explotaciones agropecuarias de las cuales solo 2367 trabajan con fines comerciales. Se contabiliza un stock de 194.639 cabezas donde existe un 67,4 % de las explotaciones totales que presenta menos de 10 cerdos en el predio (MGAP. DIEA, 2014) esto se debe a que varios productores los tienen para autoconsumo, práctica que ha ido en aumento, registrándose un 78% el año pasado (MGAP. DIEA, 2015). En el correr de la historia las estadísticas han visualizado un descenso en el número de productores donde la causa principal de abandono se asocia a una baja a nula rentabilidad de la producción (MGAP.DIEA e INIA, 2006). La fuerte competencia de precio de productos importados conlleva a una reducción en los precios obtenidos en la producción nacional en contraposición con los altos costos generados (Bell et al., 2014).

Los sistemas de producción en Uruguay presentan como principal costo la alimentación (Echenique y Capra, 2011). Por su condición de omnívoro, el cerdo es capaz de consumir una variada gama (Forrest et al., 1979). El uso de alimentos alternativos a las raciones balanceadas como pasturas, restos de cosecha, hortalizas de descarte y alimentos voluminosos, así como subproductos de diferentes industrias (suero, viseras, restos de molinería) ha sido una de las tácticas de los productores para reducirlo (Echenique y Capra, 2011).

Por otra parte Errea et al. (2013) analizando datos de la Encuesta porcina 2006 encontraron que las raciones balanceadas representaban el principal alimento ofrecido, lo cual se reafirma con la información recabada en el Censo agropecuario 2011. Dentro de las oleaginosas utilizadas para su

elaboración, la soja se presenta como una fuente importante de proteínas y otros nutrientes (De Blas et al., 2010).

La producción de soja ha ido en aumento debido no solo al uso en la alimentación animal y humana sino también por la producción de biodiesel a partir de aceites vegetales (Bauzá et al., 2015). En Uruguay gran parte de la producción de esta oleaginosa se usa en la elaboración de biodiesel y en menor volumen para la alimentación animal a partir de subproductos como lo son la harina de soja y el poroto de soja integral desactivado (Bauzá et al., 2015). El uso de este grano sin procesamiento puede afectar de forma negativa la digestión debido a la presencia de factores antinutricionales (Lieder, 1989). El procesamiento requiere de costos adicionales que encarecen el precio final por lo cual el uso de procesos de desactivación “caseros” podría ser un recurso para algunos productores para poder usar éste alimento en las dietas de los cerdos.

Por su característica de monogástricos, es sabido que el alimento ingerido por los cerdos, tiene una gran influencia en el producto que se obtiene. En el caso de los componentes grasos generalmente estos son depositados tal cual se encuentran en el alimento debido a que el cerdo no posee microflora capaz de modificar y sintetizar la grasa presente antes de su asimilación (Forrest et al., 1979).

La inclusión de estos derivados de la soja, diferentes a la clásica harina de venta comercial, con niveles mayores de lípidos insaturados, repercuten en las cualidades que presentarán la carne y la grasa del cerdo (Bauzá et al., 2015).

En el país, existen escasos antecedentes sobre las características cualitativas de ésta carne y es de suma importancia para lograr mayores consumos generar nueva información (Capra et al., 2011) por lo cual los resultados no solo arrojarán nuevos conocimientos sino que servirán de base para futuros experimentos.

1.1 OBJETIVO

Evaluar la incidencia de la alimentación ofrecida en la calidad de la canal, la carne y la grasa en animales que consumieron diferentes dietas conteniendo derivados provenientes de la soja.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

La carne de cerdo, es una excelente fuente de hierro, fósforo, zinc y vitamina B. Con respecto a la grasa, oficia como materia prima importante para la elaboración de chacinados. Su calidad y cantidad en el animal, dependen de varios factores, los cuales pueden repercutir en la elaboración, duración y consumo de los productos ofrecidos (Forrest et al., 1979).

Los procesos fisiológicos de crecimiento y desarrollo son en gran medida determinantes de la performance animal así como de las características de la carcasa. La combinación de distintos factores extrínsecos como alimentación, sanidad y manejo sumados a factores intrínsecos como genética y sexo, actúan modificando el crecimiento y desarrollo, obteniendo productos con diferente calidad (Bianchi et al., 2007).

En términos prácticos el cerdo crece primero en altura, luego en largo y por último en profundidad (Vieites y Basso, 1986). Los diferentes tejidos alcanzan su máximo crecimiento en el siguiente orden: primero nervioso, segundo óseo, tercero muscular y cuarto adiposo. De la misma manera la grasa se deposita en diferentes proporciones de acuerdo al siguiente orden: grasa mesentérica, perirrenal, intramuscular y subcutánea (Pálsson, citado por Pinheiro Machado, 1973).

Los tejidos animales que pueden emplearse como alimento pasan a denominarse carne, incluyendo nervios, grasa, vasos sanguíneos y mayormente músculo (Forrest et al., 1979). La proporción de estos tejidos es de gran importancia al tomarlo como un alimento ya que influyen en las características presentes y la evaluación de calidad por parte del consumidor.

La calidad de la carne se define de un modo general como la totalidad de las cualidades positivas que constituyen el valor sensorial, tecnológico, higiénico y nutritivo de ésta (Hofmann, citado por Álvarez, 2002). Sin embargo admite muchos puntos de vista, ya que para el productor el ideal son canales de alto rendimiento, buena masa muscular, poco engrasada pero con grasa firme y blanca. Para un carnicero además deberá contar con un color estable, que no pierda líquidos, consistencia adecuada y elevada conservabilidad. Para la industria se valorará un pH adecuado, elevada grasa intramuscular, adecuada estabilidad oxidativa, ausencia de olores y sabores anómalos. Mientras que para el consumidor el color, olor, presencia de exudados y cantidad de grasa (asociado a enfermedades cardiovasculares) puede influenciar en su compra (López Bote et al. 1999, Coma y Piquer 1999, Terra y Frías 2000) así como

también la calidad higiénica y la facilidad de preparación y uso (Rkijo et al., citados por Pérez, 2014).

En nuestro país en 1999 el Instituto Nacional de Carnes (INAC) normalizó la resolución No. 258; “Carne magra de cerdo”, referido a la comercialización de carne fresca para consumo. La misma establecía que los animales debían presentar un peso en pie de 75 a 110kg, con un espesor de grasa dorsal que no superara los 20 mm, provenir de animales genéticamente mejorados, con buena conformación y buen rendimiento de carne (Petrocelli et al., 2005).

En investigaciones realizadas por Echenique y Capra (2007), el relevamiento de 25 industrias porcinas arrojó que el peso promedio a la faena era de 106 kg y como aspectos relevantes para la elección de tropas tenían en cuenta la forma de producir y en especial la alimentación, ya que lo encontraban muy relacionado a la calidad obtenida, pero no se manejaba un pago diferencial por ésta. Otros criterios de selección de la materia prima eran la genética, la conformación y el rendimiento en cortes comercialmente valiosos.

En 2011 los mismos autores observaron una clara diferenciación entre los cerdos destinados al consumo fresco (cachorros de menos de 90 kg con predominio de genética mejorada) y los cerdos gordos destinados a chacinería (cerdos de mayor peso y base genética más heterogénea).

En relación al cerdo para industria, a nivel nacional existen limitadas evidencias con respecto al posible efecto del sistema de alimentación sobre propiedades de la aptitud tecnológica para la elaboración de productos chacinados. Autores como Irigaray et al. (2004), Grompone et al. (2005) encontraron una gran variabilidad en composición y comportamiento térmico de las grasas utilizadas en la elaboración de chacinados lo cual interfiere en la calidad y conservación del producto final y puede atribuirse a la alimentación ofrecida.

La calidad del producto obtenido puede medirse de diferentes formas. Hovenier, citado por Peloso (2000) plantea cuatro posibles grupos de características: organolépticas, tecnológicas, nutricionales e higiénicas.

En ésta revisión se presentará información sobre algunas características organolépticas y tecnológicas: a nivel de canal (rendimiento, largo de res, área del ojo de lomo y espesor de grasa dorsal), de la carne (color, terneza, capacidad de retención de agua, porcentaje de grasa intramuscular) y de la grasa (punto de fusión y algunos indicadores basados en su perfil lipídico).

2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL

La canal de cerdo se define como el *“producto resultante de la faena de un animal de la especie una vez insensibilizado, desangrado y depilado, desprovisto de las pezuñas, cabeza y vísceras (incluidos o no los riñones)”* (Acosta y Lara et al., 2012).

En Uruguay las canales producidas demuestran una gran heterogeneidad a causa de la alta variabilidad en el ingreso de tropas a las distintas plantas de faena. En estudios realizados donde se midió rendimiento, espesor de grasa dorsal y largo de res, se observó una posible relación con factores como genética, peso de faena, composición de la dieta y estrategias de alimentación (Petrocelli et al., 2005), téngase en cuenta que estas características poseen una alta heredabilidad (Sellier, citado por Peloso, 2000).

La demanda por productos cárnicos por parte del consumidor, ha llevado desde la década del 50 hasta hoy a la selección y mejoramiento de animales con carcasas con alta proporción de carne y mínima cantidad de grasa, ya que al aumentar la proporción de ésta última disminuye la proporción de músculo (López Bote et al., 1999).

Este proceso se manejó primeramente en razas puras a través de la selección, posteriormente se comenzaron a utilizar cruzamientos para la obtención de animales con mayor proporción de músculo. Oliver et al., citados por Bañon et al. (2000) encontraron que las razas Pietrain y Landrace Belga incrementaron el magro de la canal respecto a otras como Duroc, Large White o Landrace. Modsen y Hortensen, citados por Bauzá et al. (2005), afirman que los cerdos “tipo carne” son capaces de ajustar su ingestión energética en comparación con los de tipo graso por lo cual poseen la capacidad de producir canales con bajo engrasamiento aún con alimentación a voluntad. Además grasa más blanda lo que tendería a oxidarse perdiendo calidad sensorial en productos elaborado como por ejemplo el salame (Warrants et al., citados por Bañon et al., 2000).

2.1.1 Rendimiento en caliente (RC)

El peso vivo a la faena corresponde a la cantidad de kilos que presenta el animal en pie al momento de su sacrificio, en nuestro país, sirve como criterio de selección de la materia prima para distintos mercados y como forma de establecer el pago. Luego de faenado se obtiene el peso segunda balanza que son los kilos que presenta la canal caliente (sin grasa perirenal ni riñones). El

rendimiento en caliente se refiere al cociente entre el peso de la canal y el peso vivo a la faena (Echenique y Capra, 2006).

2.1.2 Largo de res (LR)

Es una medida de importancia económica dada su correlación con la aptitud carnicera tanto para cortes frescos como para chacinería. Se encuentra altamente relacionada con el peso de la canal y puede observarse luego de los 80 Kg de peso vivo, que cada 5 Kg. de aumento en el peso a la faena se obtienen reses con un largo superior en 1,3 cm. (Echenique y Capra, 2006), aspecto también observado por otros autores (Zobriskey, citado por Forrest et al. 1979, Petrocelli et al. 2005).

Por otra parte, Vergés, citado por Vieites y Basso (1986) encontró que existe una correlación positiva con el porcentaje de músculo y una correlación negativa con el porcentaje de grasa. Henry, citado por Bauzá et al. (2005), observó que en animales mejorados en terminación con una ligera restricción energética y un incremento de lisina en la dieta presentaban largo de res mayor.

2.1.3 Espesor de grasa dorsal (EGD)

La grasa subcutánea se sitúa rodeando todo el animal entre los músculos y su piel, ocupando un 65 % del total, su deposición se da en la etapa de adulto mayormente. Aquella que se deposita en el dorso del animal (grasa dorsal) se le toma como referencia en la clasificación o categorización de las canales. Es mejor predictor de la composición de la canal que las estimaciones musculares, debido a que por unidad de peso corporal se observa una mayor variación en la cantidad de grasa que en la de músculo (Forrest et al., 1979). La grasa brinda atributos deseables cuando se encuentra bien distribuida y asociada a un color blanco-cremoso, sin embargo cantidades excesivas de grasa se deben retirar mediante “prolijado”, lo que disminuye sensiblemente el rendimiento cárnico (Robaina, 2012).

García Macías, citado por Bañon (2000) encontró que la deposición de tejido adiposo aumenta con canales más pesadas, presentando grasas más saturadas, y cuando se reduce el panículo graso la firmeza de la grasa disminuye y su ligazón a los tejidos anexos también (Wood y Enser, citados por Pedauyé, 1994). Esto estaría asociado a un elevado contenido de ácido linoleico, más precisamente en la grasa subcutánea interna anexa al lomo (García y Casal, citados por Bañon et al., 2000).

Petrocelli et al. (2005) concluyen que la deposición de grasa es menor en tipos genéticos evolucionados (híbridos y cruza con terminal) que en los

encontrados hace dos décadas atrás. Por otra parte Barlocco et al. (1998) al realizar experimentos con la raza Pampa Rocha (rústica) encontraron mayores valores de EGD en animales puros que en los cruzamientos con los genotipos Duroc y Large White, afirmando así lo encontrado por Ponzoni, citado por Petrocelli (2005), quien sostiene que la rusticidad y la cantidad de grasa corporal están altamente correlacionadas.

Por otra parte se relaciona con el rendimiento de cortes valiosos de manera inversa, aquellas canales que presentan menores valores de EGD generalmente poseen un mejor rendimiento al tener mayor porcentaje de músculo (Vergés, citado por Vieites y Basso 1986, Echenique y Capra 2011).

Hazel y Kline, citados por Vieites y Basso (1986) proponían la medición en vivo en tres puntos ubicados a 5 cm de la columna vertebral habiendo inmovilizado previamente al animal utilizando la regla Iowa. Dicha medida tenía como inconveniente que no era reproducible en el mismo lugar y dejaba marcas en el animal. Luego comenzó el uso de ecosonda o ultrasonido (Krautkrämer, citado por Vieites y Basso, 1986), donde a través de una onda sonora se traspasan los diferentes tejidos, volviéndose a reflejar y obteniendo así una medición de tiempo que se transforma en longitud (mm). Se observó que las mediciones in vivo tienen altas correlaciones con las tomadas en las canales por lo cual podía usarse como un predictor de la composición corporal (Vieites y Basso, 1986).

En el caso de animales faenados las mediciones de espesor de grasa estipuladas por INAC en la resolución antes mencionada, “Carne magra de cerdo”, hacían referencia al promedio de dos puntos estándar obtenidos en la canal, en la línea media a nivel de la última costilla y entre la última vértebra lumbar y la primera sacra. Dicha forma se sigue utilizando a nivel nacional (Echenique y Capra, 2006).

2.1.3.1 Composición y análisis de la grasa dorsal

La grasa dorsal es utilizada en la elaboración de diferentes chacinados, por tal motivo su composición tiene relevante importancia en la elaboración y duración de estos productos (Echenique y Capra, 2011).

Principalmente se compone de un conjunto de ácidos grasos que en base a su estructura se clasifican en saturados (SFA), aquellos que presentan enlaces rígidos en su cadena de carbonos de difícil degradación y los insaturados que tienen uno o más dobles enlaces C-C en su cadena, por lo cual son más degradables y facilita la unión con otras moléculas. De acuerdo a la

cantidad de dobles enlaces podemos encontrar los monoinsaturados (MUFA) y los poliinsaturados (PUFA) (Rey, 1999).

Cuadro No. 1. Contenido de ácidos grasos (mg/100g de tejido adiposo subcutáneo) de filetes de lomo en vacas y chuletas en cerdos y ovejas.

AG	Bovino	Ovino	Porcino
C12:0 áurico	70 ± 20 ^a	246 ± 176 ^b	97 ± 73 ^a
C14:0 mirístico	2620 ± 591 ^b	2848 ± 902 ^b	1023 ± 221 ^a
C16:0 palmítico	18271 ± 2713 ^c	15532 ± 2772 ^a	15607 ± 2464 ^b
C16:1 cis	4341 ± 882 ^b	1695 ± 319 ^a	1565 ± 225 ^a
C18:0 esteárico	8536 ± 2038 ^a	15957 ± 3130 ^b	8354 ± 1862 ^a
C18:1 trans	2331 ± 1204 ^a	4321 ± 1681 ^b	ND ^c
C18:1 n-9 oleico	24631 ± 3011 ^b	20329 ± 3447 ^a	23550 ± 4626 ^b
C18:1 vaccénico	1120 ± 278 ^b	691 ± 182 ^a	2162 ± 388 ^c
C18:2 n-6 linoleico	773 ± 227 ^a	917 ± 373 ^a	9260 ± 2411 ^b
C18:3 n-6 γ-linolénico	ND	ND	ND
C18:3 n-3 α-linolénico	336 ± 81.6 ^a	670 ± 251 ^b	925 ± 280 ^c
C20:2 n-6	ND	ND	361 ± 73.9
C20:3 n-6	ND	ND	53.0 ± 16.1
C20:3 n-3	ND	ND	118 ± 27.2
C20:4 n-6 araquidónico	ND	ND	114 ± 31.3
C20:4 n-3	ND	ND	ND
C20:5 n-3 EPA	ND	ND	ND
C22:4 n-6	ND	ND	37.5 ± 22.2
C22:5 n-3	ND	ND	142 ± 59.9
C22:6 DHA	ND	ND	101 ± 93.1
Total	69972 ± 8211 ^b	70572 ± 8573 ^b	65340 ± 9433 ^a

^a Los resultados son la media ± SD de 50 muestras de cada especie.

ND: no detectado.

a-c Medias con diferentes superíndices son significativamente diferentes, p <0,05.

Fuente: traducido de Enser et al. (1996).

Del cuadro anterior se desprende que el cerdo es la especie que posee mayores contenidos de ácidos grasos poliinsaturados, en especial el ácido linoleico.

El origen de los ácidos grasos puede ser por dos vías posibles: síntesis por parte del animal o deposición directa a partir de la dieta. Brooks y Leat, citados por López Bote et al. (1999) encontraron que cerdos alimentados con raciones carentes de ácidos grasos sintetizaban aproximadamente un 55% de MUFA (C16:1 y C18:1 principalmente) y un 45% de SFA (C16:0 y C18:0 principalmente).

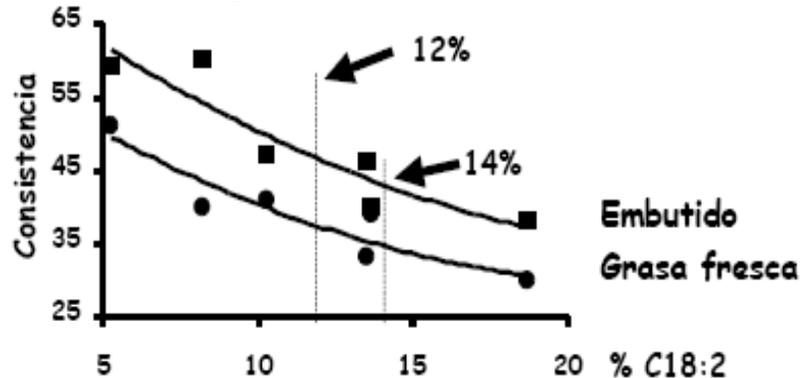
Se destaca que la grasa dietética es efectiva en inhibir la síntesis de novo de ácidos grasos, en favor de la deposición directa en el tejido adiposo (Xu et al., 2010). Los cerdos carecen de enzimas para introducir dobles enlaces entre los carbonos más allá del C-9 en la cadena de ácidos grasos, por lo que estos se depositan tal cual fueron ingeridos formando así el tejido adiposo (Rey, 1999). Esta característica se asocia a aquellos ácidos grasos esenciales linoleico (C18:2) y α -linolénico (C18:3) principalmente (Rosenvold y Andersen, 2003).

Los niveles en los cuales se encuentren estos ácidos en la grasa confieren diferentes características y en algunos casos dificultades para su uso. Según Echenique y Capra (2007) desde el punto de vista tecnológico, sostienen que los altos valores de PUFA en las grasas generan productos fermentados con problemas, al presentar consistencia blanda y facilidad de enranciamiento.

El uso del grano de soja con algún tratamiento (soja integral) en alta dosis en una dieta puede producir cambios en la grasa del tocino al aumentarse la concentración de PUFA (Zollitsch et al., Spiner et al., citados por Bauzá et al., 2015) pero no se observan diferencias en los ácidos grasos saturados. Se presenta una mayor concentración de los ácidos grasos de 18 carbonos en especial el C18:2, reduciéndose el C18:1 y aumentando el C18:3 (Apple et al., citados por Bauzá et al., 2015).

Yaceniuk, citado por Bauzá et al. (2015) recomienda para evitar el riesgo de deterioro de la calidad de la grasa, que en cerdos en terminación no se debe superar el 10% de inclusión de soja integral, cuando se combina con maíz, pudiendo llegar a 20% si se utiliza otro cereal. Con el mismo objetivo De Blas et al. (2010) recomendaban no superar del 12 % en raciones para terminación.

Figura No. 1. Relación entre la concentración de C18:2 en los tejidos del cerdo y la consistencia de la grasa.



Fuente: Stiebing et al., citados por López Bote et al. (1999).

En el gráfico anterior los valores indicados con una flecha son las recomendaciones de los máximos admisibles de C18:2. Wood, citado por López Bote et al. (1999) sugería como máximo un 15% de C18:2 en carne fresca o destinada a producción de panceta, ya que luego se presentarían problemas de “floppy meat” o “grasas blandas”; mientras que Warnants y Van Oeckel (1996) admitían un valor mayor (20-22%) para éste ácido, en carnes fresca sin ocurrir inconvenientes.

A partir de los trabajos de Chwalibog y Thorbek, citados por López Bote et al. (1999) se observó que los cerdos bien alimentados, tienen un orden en la utilización de las reservas de grasas para fines metabólicos utilizando primeramente los carbohidratos y luego los lípidos, priorizando el uso de ácidos insaturados (C18:2). Es así que Courboulay y Massabie, citados por López Bote et al. (1999) encontraron que al aumentar la concentración de C18:2 (de 0,75 a 1,5%) en las raciones, el uso para fines metabólicos también aumenta, ya que la relación entre lo ingerido y lo depositado en la canal disminuye estimándose un uso cinco veces mayor. Según esto, es posible llegar a concentraciones de C18:2 en el pienso próximo al 2% sin sobrepasar el umbral del 14-15% en la grasa subcutánea (Sanz, citado por López Bote et al., 1999).

A través del análisis de perfil lipídico de la grasa, el cual refiere al estudio detallado de la composición en ácidos grasos que presenta ésta, se obtienen varias relaciones de importancia para caracterizar su calidad: PUFA/SFA; n6/n3; Esteárico sobre Linoleico (C18:0/C 18:2) e Índice de Iodo (IV).

En el Reino Unido se han recomendado valores de 0,45 o mayores en el cociente de PUFA/SFA en las grasas presentes en dietas humanas (Warriss, 2010). En el mismo sentido Warnants et al. (1999), Leszczynski et al., citados

por Bauzá et al. (2015), mencionan que la relación ideal de PUFA/SFA debe situarse en el rango 0,7-1,0; siendo en cerdos alimentados con dieta convencionales de maíz/harina de soja de 0,3. Este punto es sumamente importante al momento de decidir la incorporación de soja integral como parte de la dieta para cerdos en terminación, por cuanto se refiere a la aceptabilidad e inocuidad del producto.

De acuerdo a donde se presenta el primer doble enlace en los PUFA se encuentran los ácidos grasos n-3 y n-6 u omega 3 y 6 respectivamente (Rey, 1999). La relación n6/n3 aceptable nutricionalmente no debe superar el valor de 5, pero se han encontrado valores de 17 en dietas occidentales por lo que la Organización Mundial de la Salud (WHO, citado por Echenique y Capra, 2006) sugieren valores entre 4 y 10.

El índice de yodo (VI) refiere a la estimación de la proporción de ácidos grasos insaturados, indicando de forma indirecta la falta de consistencia en la grasa o la rancidez (Hugo y Roodt, citados por Benz et al., 2013). Se expresa como los gramos de yodo que son fijados por cada 100 gramos de grasa y su relación con el grado de insaturación se debe a que el yodo solo puede fijarse a los dobles enlaces (Codony et al., 2010). Existen diferentes técnicas analíticas y ecuaciones matemáticas para su cálculo.

El valor aceptable de dicho índice va desde 70 (NPPC, citado por Benz et al., 2013) a 75 g de yodo/100 g de grasa (Boyd et al., citados por Benz et al., 2013). Así mismo Benz et al. (2013) observaron que el nivel de grasa bruta en la dieta no tendría una fuerte relación con el VI de la grasa dorsal de la canal pero sí la proporción de ácidos grasos poliinsaturados debido a que estos son los inhibidores más eficaces de la síntesis *de novo* de ácidos grasos.

Utilizando el contenido graso dietario y el VI presente en la grasa de la dieta, Madsen et al., Boyd et al., citados por Benz et al. (2013) desarrollaron ecuaciones para predecir el VI de la grasa dorsal, calculando lo que llamaron Valor de yodo de un producto alimentario (VIP). Los datos sobre la validez de estas ecuaciones son limitados, en los estudios realizados por Benz et al. (2013), se encontró que la concentración de C18:2n6 en el alimento fue mejor predictor del VI de la grasa dorsal y de la papada debido a que éste ácido graso es el más abundante dentro de la grasa de cerdo y proviene de la dieta ofrecida.

Otra forma de analizar la insaturación de una grasa es a través de su Punto de Fusión (PF), donde de forma química se detalla el grado de fusión de

una grasa de acuerdo a la proporción del contenido de ácidos grasos. Es inversamente proporcional al número de insaturaciones que presenta y directamente proporcional a la longitud de la cadena o sea cuanto mayor es la proporción de ácidos grasos insaturados menor será el punto de fusión de la grasa. Toldrá, citado por Capra et al. (2011) sugiere utilizar grasa con punto de fusión elevado en la elaboración de productos cárnicos fermentados, para evitar efectos adversos en el flavor (rancidez), aunque este parámetro resulta insuficiente para predecir posibles defectos.

2.1.4 Área del ojo de lomo (AOL)

Corresponde al área de la sección transversal del músculo *Longissimus dorsi*, se mide siguiendo el contorno de este músculo a la altura del décimo espacio intercostal y es determinante de la calidad carnicera (Robaina, 2012), en conjunto con la cantidad de grasa intramuscular, la grasa de cobertura y el rendimiento.

El área del ojo de lomo mantiene una correlación positiva y alta con el porcentaje de carne y el potencial genético. Aquellas razas donde el grado de engrasamiento es menor y con un mayor peso a la faena son las que presentan un mayor área de ojo de lomo (Echenique y Capra, 2011).

A través de la ecosonda también se puede lograr la medición *in vivo* de la profundidad del músculo y calcular su área. Se observó que la correlación existente con mediciones realizadas después del sacrificio es la mitad de la encontrada en mediciones del EGD (Vieites y Basso, 1986). Para realizar medición post faena existen diferentes formas desde manuales hasta el uso de diferentes programas de cálculos de área.

Por otra parte la medición del espesor de grasa dorsal y del músculo *Longissimus dorsi* en la canal, medidos en milímetros y aplicando una ecuación de predicción, estiman el contenido de tejido magro (o contenido de músculo) expresado en porcentaje del peso del animal sin necesidad de separarla en sus componentes (carne, grasa y hueso) (Monticelli et al., citados por Pérez ,2014).

2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA CARNE

La calidad de la carne fresca ha mejorado en los últimos años; hoy en día ofrece 31% menos grasa, 14% menos calorías y 10% menos colesterol en relación al cerdo producido hace diez años (Eusse, s.f.).

Los parámetros con los que se cuenta para evaluar la calidad de la carne y su futuro consumo dependen de apreciaciones bastante subjetivas, ligadas a los sentidos del consumidor y sus preferencias. Dentro de éstas se observan color, olor, sabor, jugosidad, entre otras conocidas como características organolépticas (Collell, 2010). Existen mediciones que aportan una idea comparativa frente a otras carnes, tal es el caso del color, la capacidad de retención de agua, la ternura y porcentaje de grasa intramuscular presente (Warriss, 2010). A continuación se presenta información sobre éstas características.

2.2.1 Color

El color es la primera característica apreciada por el consumidor y el primer atributo que se juzga en el momento de la compra (Forrest et al. 1979, Bianchi 2005).

Existen tres fuentes de variación del color en el músculo según Honikel (1998), el contenido en pigmentos (mioglobina fundamentalmente), los factores intrínsecos relacionado a la edad, raza, sexo, entre otros y las condiciones de presacrificio, sacrificio y almacenamiento (estrés, temperatura, humedad, caída del pH, tiempo de maduración, etc.).

La mioglobina (pigmento muscular) es la responsable del color rojo de la carne fresca y actúa como depósito o transportador de oxígeno en el músculo vivo, al captarlo desde los capilares donde viene transportado por la hemoglobina (pigmento sanguíneo, Forrest et al., 1979).

En el músculo, el hierro (Ion ferroso) presente en la mioglobina, puede asociarse al oxígeno formando oximioglobina, de color rojo brillante, que se observa en la parte expuesta de la carne. En el interior, al no haber oxígeno se forma deoximioglobina, de color rojo-púrpura más intenso y oscuro. Estas dos formas son interconvertibles, dependiendo de la presencia de oxígeno y de la superficie de contacto; es por eso que en la carne picada, con gran superficie expuesta, el ión ferroso inestable pasa a férrico, oxidándose con gran rapidez, pasando a denominarse metamioglobina, que es de color marrón poco atractivo, propio de la carne almacenada demasiado tiempo. En la carne cocinada sucede un fenómeno similar. El color de la carne fresca depende de la valencia del Fe que forma parte de la mioglobina y hemoglobina. El Fe_{2+} es rojo y el Fe_{3+} pardo, forma complejos denominados sulfomioglobina de colores verdes, azules o negros con polifenoles, al reaccionar con azufre (Sañudo, citado por Bianchi, 2005), siendo indicativo de la presencia de una carga microbiana alta (Galiotta et al., 2002).

El color se encuentra asociado a los procesos que sufre el músculo al transformarse en carne tras el sacrificio, durante la glicólisis *post-mortem*, cada músculo de la canal está sujeto a diferentes regímenes de temperatura/pH (Lawrie, citado por Lawrie, 2006). Como resultado se pueden obtener dos tipos de carne anormales, luego de la faena; las carnes DFD (Dark, Firm, Dry) de color rojo oscuro, libre de exudado debido a cambios a nivel proteico (Lawrie, citado por Álvarez, 2002) y las carnes PSE (Pale, Soft, Exudative) de color pálido, textura blanda y con una menor capacidad de retener agua que el cerdo normal que lo hace menos apetecible (Topel et al., citados por Álvarez, 2002).

El stress pre-faena agota las reservas de glucógeno (Hofmann, 1988), que normalmente se metabolizan a ácido láctico, bajando el pH, en el *post-mortem* del músculo (Warriss, 2010). En situaciones normales, el pH desciende desde 7,2 a 5,5-5,8 en un tiempo de 6 a 8 horas después del sacrificio. Cuando la disminución del pH se detiene antes de tiempo debido a la falta de glucógeno muscular, el pH final es alto (6,0-6,2), la canal se considera DFD y mantiene un color oscuro (Forrest et al. 1979, Bendall y Swatland 1988, Diestre, citado por Álvarez 2002, Warriss 2010). Sin embargo, si se produce una rápida disminución de pH de 7,2 a 5,8 en menos de 45 minutos, se produce una desnaturalización de las proteínas musculares (Forrest et al. 1979, Bendall y Swatland 1988, Monín et al., citados por Álvarez 2002) haciendo que las carnes pierdan pigmentación y la canal se considera PSE.

Para realizar la medición del color en la carne existen varias técnicas, la más utilizada se basa en el método (CIE-Lab). El sistema obtiene los valores tri estímulo CIE (Commission Internationale de l'eclairage) en relación con el espectro visible, definiendo tres colores primarios: rojo (X), verde (Y) y azul (Z). A partir de ellos se calculan matemáticamente las coordenadas de color L^* (luminosidad) que varía de 0 (negro) a 100 (blanco), a^* que puede ser positiva ($a^* > 0$, rojo) o negativa ($a^* < 0$, verde) y b^* que puede ser positiva ($b^* > 0$, amarillo) o negativa ($b^* < 0$, azul) (Minolta, 2007).

Para facilitar la interpretación de estos datos se pueden convertir las coordenadas $L^*a^*b^*$ en $L^*c h^\circ$. El valor de L representa la luminosidad, al igual que en el espacio $L^*a^*b^*$, y comparten el mismo parámetro. El valor de C (Chroma) indica la saturación del color, cuanto mayor sea su valor más saturado será el color, cuanto menor sea su valor más se aproximará al eje de los grises, perdiendo saturación. El valor h (Hue) indica el tono y se expresa en grados, la posición de origen está situada en la misma posición que el eje a positivo (color rojo) y va girando en el sentido contrario a las agujas del reloj (Minolta, 2007).

En esta medición el color esta dado por la mezcla de carne y grasa que se encuentra en el musculo por lo cual, en animales con mayor grasa intramuscular pueden observarse colores menos intenso y menos rojo.

Con respecto a la alimentación no existe una relación directa con el color ya que otros factores pueden estar interactuando. Se han realizado algunos estudios con respecto a la influencia que tiene la dieta ofrecida con respecto a las reservas de glucógeno en el musculo *post-mortem* y su relación con el color, pero los resultados no son consistentes (Bee et al., citados por Apple, 2012). La modificación en la dieta podría reducir el estrés *pre-mortem* e influir en el color, es así que Guzik, citado por Apple (2012) encontró que la inclusión de triptófano en la dieta bajaba el estrés y el color tenía un valor de L* mayor.

2.2.2 Capacidad de retención de agua (CRA)

Se denomina así a la propiedad de la carne que mide la conservación del agua durante la manipulación (Offer y Knight, citados por Bianchi, 2005). La carne cruda de los mamíferos inmediatamente tras el sacrificio contiene, en promedio, entre 60-80% de agua (Forrest et al., 1979).

El agua presente en la carne, se encuentra en tres formas: 1) el agua ligada, que representa un 4-5% y permanece fuertemente unida incluso cuando se le aplica al músculo una fuerza ya sea mecánica o de otro tipo; 2) el agua inmovilizada, que está ligada más débilmente y cuya liberación depende de la cantidad de fuerza física que se ejerce sobre el músculo y 3) el agua libre, que se mantiene únicamente por fuerzas superficiales y que es fácilmente desprendible (Forrest et al., 1979).

A continuación se presentan detalles sobre la medición de la capacidad de retención de agua (CRA) en carne cruda (pérdidas por goteo) y en carne cocida (pérdidas por cocción).

2.2.2.1 Pérdidas por goteo (PPG)

Se define como la solución roja acuosa de proteínas que emerge encima de la superficie del corte muscular en un periodo de tiempo (horas o días), mide el exudado de agua extracelular de la carne conocido como drip loss (pérdida por goteo); de ser desechada afecta su peso y valor (Forrest et al., 1979).

La pérdida de agua por evaporación es el resultado de la liberación superficial que ocurre por una diferencia de la tensión de vapor entre la superficie de la carne y el aire ambiental, originando vapor de agua (Bianchi, 2005). La cantidad de agua perdida así, es probablemente insignificante en la

canal entera, pero aumenta tras la partición de la canal en dos (0,1-1% pasados dos días en refrigeración), y más aún con el despiece (un 2-6% del peso luego de 4 días en refrigeración, Bianchi, 2005).

Las carnes PSE tienen descenso rápido de pH, desnaturalización de proteínas y mayor pérdida de agua; en el caso de carnes DFD el pH alto retiene el agua (Forrest et al. 1979, Hoffmann 1988, Coma y Piquer 1999).

Una exudación de líquido importante deteriora el aspecto de la carne en cortes frescos y envasados al vacío, además de reducir su peso. Al ser cocinada pierde demasiado líquido modificando su jugosidad (Warriss, 2010).

2.2.2.2 Pérdidas por cocción (PPC)

Son aquellas que se producen cuando se somete la carne a una determinada temperatura por un determinado tiempo. Según Pla Torres, citado por Bianchi (2005), cuando se somete la carne a calentamiento por encima de 75°C sufre una serie de cambios físicos (encogimiento longitudinal y transversal de fibras y tejido conjuntivo) y químicos (desnaturalización de algunas proteínas, destrucción de membranas celulares) que le dan otras características, causando pérdidas de agua de hasta un 40 %.

Con relación a este valor se observó que el óptimo se encuentra entre 18% y 24% pero diversas fuentes concuerdan que la mayoría de las veces ocurren pérdidas por encima del 30%, existiendo un alto coeficiente de variación (Offer y Knight, 1988).

2.2.3 Terneza (T)

Szczesniak, citado por Bianchi (2005) definió la terneza como “*la manifestación sensorial de la estructura del alimento y la forma de reaccionar frente a la aplicación de fuerzas*”. Según Warkup y Matthews, citados por Coma Piquer (1999) está determinada por la estructura miofibrilar, el tejido conjuntivo y las interacciones entre ambos, variando al aumentar la edad del animal. Posee relación directa con la tasa de enfriamiento *post-mortem*, si el músculo se enfría rápidamente se produce una contracción severa “cold shortening” (acortamiento frío) que provoca dureza extrema en la carne (Wood et al., 1999), en el caso de que el *rigor mortis* se produzca a altas temperaturas se produce “hot shortening” (acortamiento caliente) con el consecuente incremento de la actividad autolítica a nivel muscular y acortamiento miofibrilar.

Se encuentra fuertemente asociado al almacenamiento después del sacrificio (maduración), donde se produce una degradación gradual de algunas

estructuras musculares, aunque en cerdos este fenómeno no es muy relevante, se ha observado que el 80% del ablandamiento se produce en tan solo 4 días (Martínez y Cerezo, citados por Bianchi, 2005) y varía con el contenido de grasa intramuscular aunque no se observaron efectos consistentes (Forrest et al., 1979). También se encontró una mayor terniza en animales a los que se aplicó epinefrina e hicieron ejercicios *pre mortem* (Ertbjerg et al., citados por Coma y Piquer, 1999).

Por otra parte en la cocción de la carne también ocurre una serie de modificaciones físico-químicas en las proteínas que afectan su terniza dependiendo de la temperatura, tipo y duración de la cocción, donde se producirá un efecto benéfico (mayor terniza) o perjudicial (endurecimiento) sobre la misma. Como concepto general puede decirse que el colágeno tenderá a gelatinizarse aumentando la terniza, en tanto que las proteínas miofibrilares tenderán a coagularse aumentando la dureza (Forrest et al., 1979).

La textura de la carne puede ser evaluada por diferentes métodos:

- Subjetivos, mediante test de consumidores y/o paneles de catadores y
- Objetivos, que pueden clasificarse en mecánicos, estructurales, químicos y otros (Bianchi et al., 2007).

El método objetivo más utilizado es el método mecánico de corte o cizalla mediante la célula Warner-Bratzler (Warner y Bratzler, citados por Bianchi et al., 2007). Mide la fuerza necesaria para cortar una muestra de carne con un área de sección determinada mediante una cuchilla de borde romo. Cuanto mayor es la fuerza, más dura es la carne, puede medirse en libras, kilos o newton.

Numerosos factores influyen en la medición: temperatura de cocinado, uniformidad de la muestra a analizar, dirección de las fibras musculares, cantidad y distribución del tejido conjuntivo y materia grasa, temperatura de la muestra, y velocidad de la célula Warner-Bratzler (Bianchi et al., 2007).

Con respecto a la alimentación, MLC, citado por Coma y Piquer (1999) encontró un efecto positivo en la terniza cuando los animales eran alimentados *ad libitum*, seguramente debido a que su crecimiento era mayor en edades más tempranas por lo tanto tenían menor proporción de tejido conjuntivo y además una mayor deposición de grasa intramuscular, lo que genera una menor fuerza de corte; aunque Wood, citado por Wood (1999) no encontró relación entre estas variables. Por otra parte, Blanchard et al., citados por Wood (1999) observaron que cerdos alimentados con una dieta alta en energía y baja en proteínas tenían carne más tierna al poseer mayor concentración de grasa infiltrada.

2.2.4. Grasa intramuscular (GI)

La grasa intramuscular es el depósito adiposo que se encuentra asociado a la membrana de los haces musculares (intercelular) o en gotas en las fibras musculares (intracelular). La cantidad y la calidad se relacionan con el sabor, aroma, terneza y jugosidad de la carne (Forrest et al. 1979, Lonergan et al., citados por Apple 2002).

Bejerholm y Barton Grade, citados por López Bote et al. (1999), determinaron que un mínimo de un 2% de grasa intramuscular es necesario para una calidad sensorial óptima de la carne fresca, tenores inferiores estarían afectando negativamente jugosidad y terneza (Daszkiewicz et al., 2005). Valores por encima de 2,5–3,5% provocan rechazos por parte del consumidor principalmente por aspecto visual en el veteado excesivo (Davis et al. 1975, Fernández et al., citados por Capra et al. 2007), entre 3 y 4% pueden ser más adecuados para carne destinada a curados y pueden ser considerados problemáticos desde el punto de vista de la salud del consumidor (Echenique y Capra, 2007).

La inclusión de mejoramientos genéticos ha llevado a contenidos de 1% debido a una mayor proporción de músculos blancos (Warriss et al., citados por Wood, 1999) por lo cual se busca obtener un aumento en el veteado a partir de la alimentación ofrecida. Goerl, citado por Apple (2002), Guo et al. (2011) encontraron que la disminución de proteína en la dieta en las etapas finales de engorde favorecía el incremento de grasa intramuscular en un corto tiempo sin afectar la ganancia ni incrementar el espesor de grasa dorsal. Morgan, citado por Bañón et al. (2000) encontró que las dietas pueden afectar el porcentaje de grasa intramuscular en aquellos músculos que poseen una importante cantidad sino, su valor se mantiene constante.

El uso de grasas o aceites en las dietas no ha tenido resultados consistentes sobre la modificación de la grasa intramuscular (Madsen et al., citados por López Bote et al., 1999). Sin embargo Miller, citado por Apple (2002) observó que el uso de aceite de girasol en dietas disminuía la grasa intramuscular en el músculo *Longissimus dorsi*. Por otra parte, con inclusiones de 0, 10 y 20% de poroto de soja integral o sebo no se encontraron diferencias en el contenido de grasa intramuscular en dicho músculo (Leszczynski et al. 1992, Warnants et al. 1999).

Con respecto a la forma de suministro del alimento, se observó que la administración *ad libitum* o restringida no parece afectar de forma marcada el contenido en grasa intramuscular (Barton Grade, citado por López Bote et al., 1999).

En estudios realizados por Duniec, Prusa et al., Gispert et al., citados por Pedauy  et al. (1994), Weatherup et al., citados por Medel y Fuentetaja (2000) se comprob  que la grasa intramuscular no parece estar relacionada con el grado de engrasamiento de la canal. Las canales de mayor tamaño fueron las más engrasadas no así las de mayor grasa infiltrada, lo que apoya la teoría de que los depósitos de grasa en el músculo no obedecen al ordenado proceso de engrasamiento del resto del cuerpo; resultados también obtenidos por García y Casal, Warris et al., citados por Pedauy  (1994).

Podría existir variación de la deposición de grasa intramuscular entre músculos (Bañon et al., 2000). Cabe mencionar que la proporción de grasa también varía entre razas encontrándose mayor marmóreo en la raza Duroc, característica a tener en cuenta en cruzamientos con el fin de obtener carne para consumo fresco (N n ez et al., citados por López Bote et al., 1999).

G ranson et al., citados por Pedauy  et al. (1994), tras someter a evaluación sensorial carne con distintos niveles de grasa intramuscular (de 0,5 a 3%), concluyen que la calidad de la carne cocinada de cerdo no guarda relación alguna con su contenido en grasa intramuscular. En estudios realizados por Larick et al., citados por Wood (2003) los niveles de C18:2 encontrados en la grasa intramuscular se oxidaron más rápido cuando se calentó produciendo compuestos volátiles, pero estos no alteraron el sabor de la carne ni su color. Quizás pueda deberse a que son reconocidos por el consumidor como propios del sabor de la carne de cerdo (Myer, citado por Wood, 2003).

2.3. CARACTERÍSTICAS DE LA SOJA

Como ya se menciona anteriormente, el cerdo posee la capacidad de depositar algunos compuestos tal cual se encuentran en la composición del alimento (Warriss, 2010), lo cual representa en parte un beneficio para el estudio de la calidad que presentará el producto. Esto fue comprobado al analizar la composición de la dieta en ácidos grasos, vitaminas y composición mineral de cerdos y su conformación (Rosenvold y Andersen, 2003).

Dentro de éste trabajo el alimento que confiere diferencia en los tratamientos ofrecidos es la soja, por lo cual a continuación se realizará una breve reseña sobre su aporte alimenticio y características que afectan su digestibilidad.

Según De Blas et al. (2010), el grano de soja es una excelente fuente de proteína, en particular lisina y relativamente deficitaria en metionina y triptófano; puede contener, desde un 38% de proteína (grano crudo) hasta un 90 %

(proteína aislada) con una muy buena digestión para todos los animales. En monogástricos existe una correlación negativa entre contenido de factores antinutricionales y la disponibilidad de aminoácidos esenciales, así como una correlación positiva entre nivel de proteína y la digestibilidad de la misma.

Al igual que otras leguminosas, su contenido en oligosacáridos es alto (5-6%), 1-2% de manasas y 6-8% de azúcares solubles (principalmente sacarosa). Posee en el entorno de 12% de pared celular poco lignificada, rica en pectinas y aunque su contenido en almidón es muy bajo (<1%), la calidad energética de esta fracción es intermedia para porcinos (De Blas et al., 2010).

El grano de soja entero contiene 18-20% de ácidos grasos poliinsaturados y como todas las grasas de origen vegetal, no contiene colesterol. Posee un alto contenido de ácidos linoleico (54-56%) y linolénico (7-8%), por tal motivo el grano entero debe utilizarse con precaución en cerdos en engorde para evitar repercusiones en la calidad de la canal. La molienda o extrusión del grano de soja facilita la liberación del aceite, lo que aumenta su digestión en el intestino delgado. Por ello, se estima que el valor energético del grano extrusado en monogástricos es 2-5% superior al del grano tostado, con mayor diferencia en el caso de harinas (De Blas et al., 2010).

2.3.1. Factores antinutricionales

Por otra parte su uso como grano crudo se encuentra limitado por la presencia de varios factores antinutricionales (FAN); se denominan así a los metabolitos secundarios originados por el vegetal como respuesta a períodos de estrés biótico y/o abiótico. Por tal motivo ciertos alimentos no pueden ser aprovechados en su totalidad ya que estas sustancias interfieren en su utilización limitando su absorción y determinando efectos negativos en la digestión (Liener, 1989).

En el caso del grano de soja los FAN presentes son:

- Lectinas, glicoproteínas resistentes a la proteólisis enzimática intestinal, que intervienen en señales hormonales y factores de crecimiento (Bellaver, Palacios, citados por Bauzá et al., 2015).
- Rafinosa y estaquiosa (oligosacáridos solubles), comunes en los granos de leguminosas (6%) y en el caso de los monogástricos la falta de enzimas degradativas a nivel del intestino delgado hacen que exista una baja o nula degradación, con posibles problemas de diarrea (Smiricky et al., citados por Nahashon et al., 2011).
- Ácido fosfórico (fitato) forma quelatos con Ca, Mg y algunos elementos trazas, son resistentes a la acción del tracto intestinal y

- disminuyen la disponibilidad de esos minerales (Liener, citado por Nahashon et al., 2011).
- Inhibidores de proteasas, actúan sobre la asimilación de las proteínas no solo de la soja sino de los demás alimentos ingeridos con ésta. Exactamente actúan inhibiendo la tripsina, como respuesta a esto se produce una retroalimentación negativa ya que se libera colecistoquinina la cual estimula al páncreas para liberar más tripsina y otras enzimas como quimiotripsina, elastasa y amilasa. Esto aparte de generar una subutilización de la proteína dietaria genera pérdida de la proteína endógena, rica en aminoácidos azufrados, y como consecuencia disminuye el crecimiento (Muzquiz et al., Belmar, Abdullaev et al., citados por Elizalde et al., 2009).

El procesamiento térmico (desnaturalización) denominado “inactivación”, disminuye los efectos de los FAN, en especial los de naturaleza proteica (Ramos et al., 2006). Los métodos utilizados para el desactivado de soja son: hervir los granos, tostarlos, extrusarlos o el uso de solventes (Ramos et al. 2006, Hirigoyen et al. 2010, Bratschi et al. 2010, González et al. 2010). Durante el tratamiento térmico es necesario un correcto control de la temperatura, puesto que la subcocción (soja “cruda”) puede causar problemas de salud y desempeño en los animales monogástricos y rumiantes muy jóvenes. El sobrecalentamiento puede provocar daños en la proteína aún mayores que los de la falta de procesamiento (Van der Poel y Melcion, citados por Bauzá et al., 2015).

La soja es una de las fuentes proteicas más utilizada en las raciones siendo de gran importancia realizar estudios de su efecto en la calidad del producto a obtener, con énfasis en el efecto provocado por los factores antinutricionales y por el contenido de ácidos grasos.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 PERÍODO Y LUGAR DE REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

El trabajo de campo fue desarrollado durante el período mayo 2009 - noviembre 2010, en el marco del proyecto de investigación CSIC “Evaluación nutricional de subproductos provenientes de diferentes formas de procesamiento del grano de soja”.

Se evaluaron las carcasas provenientes de la faena de animales pertenecientes a dos ensayos de estudio de performance realizados en la Estación Experimental de Sayago de la Facultad de Agronomía en Montevideo.

Los animales prontos para faena fueron pesados y trasladados con doce horas de ayuno al matadero de Puerto del Sauce, en Juan Lacaze, Colonia. Luego de la faena las medias reses fueron identificadas, pesadas con cabeza y colocadas en cámara frigorífica para posteriormente ser llevadas a la planta de desosado Belisar S.A. ubicada en Tarariras, Colonia. En los dos sitios se realizaron mediciones de la canal y extracción de muestras destinadas a análisis.

Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de carnes de la Estación Experimental Mario A. Casinoni, Facultad de Agronomía en Paysandú, laboratorio de Calidad de Alimentos y Calidad de Productos de Facultad de Agronomía, laboratorio de Grasas de Facultad de Ciencias, laboratorio de Grasas y Aceites de Facultad de Química y Laboratorio Tecnológico de Uruguay (LATU); estos cuatro últimos situados en la ciudad de Montevideo.

3.2 ANIMALES UTILIZADOS

Ensayo 1 (E1): se utilizaron 16 cerdos (4 repeticiones por tratamiento) machos castrados, híbridos comerciales provenientes de la firma “Granja La Familia”.

Los animales fueron evaluados durante un período de 74 días hasta llegar a un peso vivo final promedio de $105,7 \pm 2,1$ kg.

Ensayo 2 (E2): se utilizaron 28 cerdos (7 repeticiones por tratamiento) machos castrados, híbridos comerciales provenientes de la firma “Pigusa S.A”.

Los animales fueron evaluados durante un período de 73 días hasta llegar a un peso vivo final promedio de $101,4 \pm 4,85$ kg.

La elección de los animales para cada tratamiento se hizo siguiendo un diseño completamente al azar.

3.3 TRATAMIENTOS EVALUADOS

Los animales permanecieron confinados en bretes individuales recibiendo dietas isoenergéticas e isoproteicas cuya fuente de proteína correspondía a diferentes derivados de la soja, incorporados en la misma proporción.

Tratamiento 1(testigo): harina de soja comercial (HS).

Tratamiento 2: poroto cocido, el grano de soja se sometió a cocimiento en agua durante 15 minutos (COC).

Tratamiento 3: poroto tostado, el grano de soja se sometió a tostado durante 10 minutos (TOST).

Tratamiento 4: poroto crudo (CRU).

3.4 COMPOSICIÓN DE LAS DIETAS

En el E1 se utilizó una única formulación durante todo el período en estudio.

Cuadro No. 2. Composición de la dieta (porcentaje base fresca) según tratamiento en E1.

Alimento (%)	HS	COC	TOST	CRU
Maíz	67,50	51,30	49,50	49,00
Soja	28,00	30,70	24,00	29,00
Afrechillo arroz desgrasado	---	13,50	22,00	17,50
Núcleo mineral	4,00	4,00	4,00	4,00
Sal	0,50	0,50	0,50	0,50

Cuadro No. 3. Composición química (en base seca) según tratamiento, en E1.

	HS	COC	TOST	CRU
Proteína cruda (%)	17,02	16,87	16,95	16,75
ED (Mcal./kg.) *	3,2	3,3	3,3	3,3

(*) Calculada a partir del aporte en EB de cada alimento mediante la ecuación de predicción del NRC (1998): ED (Mcal/kg) = 949 + (0,789 x EB) - (43 x %C) - (41 x %FDN).

Para el E2 se utilizaron dos formulaciones, una que abarcó el periodo de recría hasta los 61 ± 1,9 kg y otra para el periodo de engorde hasta el peso final de faena.

Cuadro No. 4. Composición de la dieta (porcentaje base fresca) para el período de recría según tratamiento para E2.

Alimento (%)	HS	COC	TOST	CRU
Maíz	64,00	52,00	52,00	52,00
Soja	31,50	28,50	28,50	28,50
Afrechillo arroz desgrasado	---	15,00	15,00	15,00
Núcleo mineral	4,00	4,00	4,00	4,00
Sal	0,50	0,50	0,50	0,50

Cuadro No. 5. Composición química (en base seca) según tratamiento para E2.

	HS	COC	TOST	CRU
Proteína cruda (%)	18,03	18,02	18,02	18,02
ED(Mcal./kg.) *	3,34	3,37	3,37	3,37

(*) Calculada a partir del aporte en EB de cada alimento mediante la ecuación de predicción del NRC (1998): $ED (Mcal/kg) = 949 + (0,789 \times EB) - (43 \times \%C) - (41 \times \%FDN)$.

Cuadro No. 6. Composición de la ración (porcentaje en base fresca) para el período de engorde según tratamiento, para E2.

Alimento (%)	HS	COC	TOST	CRU
Maíz	36,00	32,00	32,00	32,00
Sorgo	35,50	22,50	22,50	22,50
Soja	25,00	31,00	31,00	31,00
Afrechillo arroz desgrasado	---	11,00	11,00	11,00
Núcleo mineral	3,00	3,00	3,00	3,00
Sal	0,50	0,50	0,50	0,50

Cuadro No. 7. Composición química (en base seca) de la ración engorde según tratamiento para E2.

	HS	COC	TOST	CRU
Proteína cruda (%)	16,30	16,17	16,17	16,17
ED (Mcal./kg.) *	3,27	3,38	3,38	3,38

(*) Calculada a partir del aporte en EB de cada alimento mediante la ecuación de predicción del NRC (1998): $ED (Mcal/kg) = 949 + (0,789 \times EB) - (43 \times \%C) - (41 \times \%FDN)$.

3.5 MEDICIONES Y MUESTREOS REALIZADOS EN PLANTA DE FAENA Y EN PLANTA DE DESOSADO

En la planta de faena se determinó el peso de la canal eviscerada, limpia y con cabeza, para determinar rendimiento en caliente.

En la planta de desosado en la media res derecha, colgada, de cada animal se midió la longitud de res y el espesor de grasa dorsal. Además se tomaron dos muestras del músculo *Longissimus dorsi* a partir de un corte transversal entre las 3° y 4° últimas costillas y dos muestras de grasa en la línea media dorsal a la altura de la 7° vértebra caudal y de la primera costilla.

Las muestras fueron identificadas y conservadas en lugar fresco para su traslado a laboratorio.

3.6 MANEJO DE LAS MUESTRAS RETIRADAS Y SU PROCESAMIENTO EN LABORATORIO

Con una de las muestras de carne fresca se determinaron los siguientes parámetros: área del ojo de lomo, color de la carne y pérdida por goteo.

La segunda muestra de carne se colocó en bolsas de nylon de forma individual y se congeló a -18° C. Se utilizó, previamente descongelada a temperatura ambiente, para el análisis de porcentaje grasa intramuscular, pérdida por cocción y terneza.

Las muestras de grasa fueron colocadas en bolsas de nylon de forma individual y congeladas a -18 ° C hasta su envío a laboratorio para determinación de perfil lipídico y punto de fusión.

3.7 PARÁMETROS EVALUADOS DE LA CANAL

Los siguientes parámetros fueron medidos en las muestras obtenidas de todos los animales pertenecientes a los dos ensayos realizados.

3.7.1 Rendimiento en caliente (RC)

Se obtuvo a partir de la relación peso de canal en caliente/peso vivo final, expresado en porcentaje (%). Para el peso final se tomó el que presentaban los animales al salir de la estación experimental y se le aplicó una reducción de 3% por pérdidas en el traslado hasta la planta de faena, tomando como referencia la investigación realizada por Müller-Haye et al. (1973). El traslado se realizó en

la noche, se recorrieron 150km hasta la planta de faena. En el caso del peso de canal se tomó el presente en la res limpia y con cabeza.

3.7.2 Longitud de la res (LR)

Se midió desde la mitad del borde craneal de la primera costilla hasta la sínfisis pélvica, con cinta métrica sobre la hemicanal derecha colgada. Se expresó en centímetros (cm).

3.7.3 Espesor de grasa dorsal (EGD)

Se obtuvo a partir del promedio de dos mediciones en milímetros (mm) tomadas en la línea media dorsal a la altura del músculo *Gluteus medius* y de la última costilla, se realizaron sobre la hemicanal derecha colgada.

3.7.4 Área del ojo de lomo (AOL)

Sobre la superficie expuesta del músculo *Longissimus dorsi* se calcó la superficie perteneciente a carne (ojo de bife) y con la figura escaneada mediante el programa Image J se obtuvo el área en centímetros cuadrados (cm²).

3.8 PARÁMETROS EVALUADOS DE LA CARNE

Los siguientes parámetros fueron medidos en las muestras obtenidas de todos los animales pertenecientes a los dos ensayos analizados.

3.8.1 Color de la carne (L* a* b*)

Se tomó la medición en muestras de carne cruda mediante colorímetro, Minolta Chromameter CR 350, empleando el sistema CIE Lab, expresándose el color mediante las coordenadas L*, a* y b*. Previo a la medición del color, se cortó una capa superficial de la carne y se dejó airear (blooming time) durante 15 minutos (Honikel, 1998), para permitir la captación del oxígeno de la nueva superficie expuesta. Se procuró tomar la medición en zonas homogéneas y representativas, libres de grasa intramuscular y de manchas de sangre. Se tomaron dos mediciones para promediar.

A partir de las coordenadas a* y b* se calcularon los valores; Chroma (C) y Hue (h) mediante las siguientes fórmulas:

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

$$h = \text{arc. tan } (b^*/a^*)$$

Si a^* y b^* eran distintos de 0, se obtiene el valor de h en radianes y en el intervalo que va de $-\pi$ a π . Para convertirlo en grados, se debió multiplicar por $180/\pi$. Para llevarlo al intervalo de 0° a 360° y sumar 360 si el valor era negativo (Boscarol, 2007). De esta forma se transformaron las coordenadas $L^*a^* b^*$ en $L^*C h$, para facilitar su interpretación y comparación entre tratamientos.

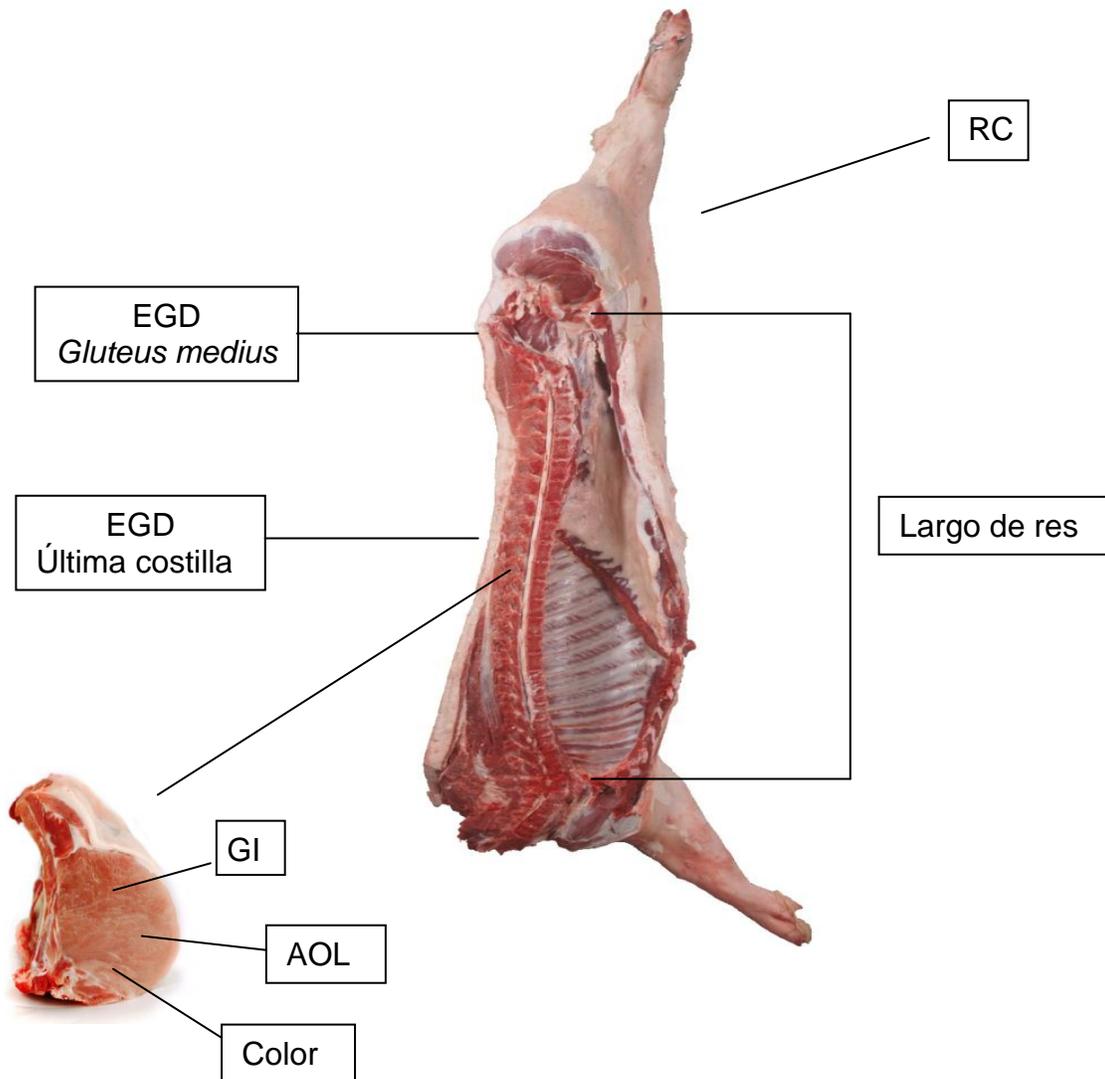


Figura No. 2. Mediciones registradas en la media canal y en el *Longissimus dorsi*.

3.8.2 Capacidad de retención de agua (CRA)

3.8.2.1 Pérdidas por goteo (PPG)

Se obtuvo siguiendo el método de Honikel (1998), a partir de una muestra de carne cruda de aproximadamente 4 – 6 gr de músculo *Longissimus dorsi*, pesada en balanza digital con precisión 0,0001gr y colocada en bolsas de nylon procurando quede suspendida y con espacio para recolectar el líquido perdido. Se mantuvo durante 24 horas a 4° C y luego se tomó el peso nuevamente. La relación entre estas dos pesadas aportó el porcentaje (%) de agua perdida. Se realizaron dos repeticiones.

3.8.2.2 Pérdidas por cocción (PPC)

Se obtuvo siguiendo el método de Honikel (1998), a partir de una muestra de carne cruda sin grasa ni hueso. Se pesó y fue cocida a baño María durante 45 minutos en baño termo estatizado. Se registró su nuevo peso y a partir de la relación de estos, el porcentaje (%) de agua pérdida en la cocción. Se realizaron dos repeticiones.



Figura No 3. Muestras de *Longissimus dorsi* en suspensión para medición de PPG.



Figura No 4. Muestras de *Longissimus dorsi* previo a ser cocinadas a baño María para medición de PPC.

3.8.3 Terneza (T)

Se tomaron trozos de músculo *Longissimus dorsi*, previamente cocidos, cortados perpendicularmente a la fibra con sacabocados, en lo posible sin grasa, que fueron sometidas al método Warner – Bratzler. Donde una cuchilla sin filo aplicó una fuerza hasta cortar la carne midiendo la fuerza de corte necesaria. El valor obtenido, en kg, se maneja en un rango de terneza o dureza

en comparación a los valores posibles para estas carnes. Se realizaron varias muestras y se obtuvo el promedio.

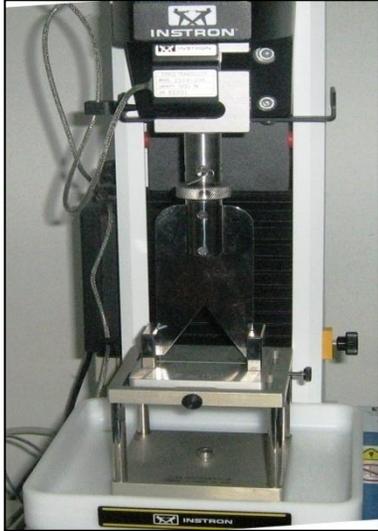


Figura No. 5. Cizalla Warner – Bratzler automática para medición de ternera.

3.8.4 Porcentaje grasa intramuscular (GI)

A partir de una muestra de carne cruda del músculo *Longissimus dorsi* de aproximadamente 5 a 10 gr tratada por el método de Folch et al. (1957) se obtuvo el porcentaje (%) de contenido graso. Este parámetro se analizó para las muestras del E1.

3.9 PARÁMETROS EVALUADOS DE LA GRASA DORSAL

3.9.1 Perfil lipídico

Este análisis se realizó para el E1, a partir de muestras de grasa donde por cromatografía gaseosa de los ésteres metílicos según los métodos Ce 1-91 (AOCS, 1995), Ce 1-62 (AOCS, 2009a), Ce 2-66 (AOCS, 2009b).

Se estableció la proporción de ácidos grasos saturados (SFA): C14:0 (ácido mirístico), C16:0 (ácido palmítico), C18:0 (ácido esteárico); monoinsaturados (MUFA): C16:1 (ácido palmitoleico), C18:1 ω 9 (ácido oleico) y poliinsaturados (PUFA): C18:2 ω 6 (ácido linoleico), C18:3 ω 3 (ácido linolénico).

A partir de ellos se determinaron las siguientes relaciones (PUFA/SFA, C18:0/C18:2, ω -6/ ω -3).

También se determinó mediante cálculo matemático el índice de iodo a través de la fórmula:

$$IV = (C16:1 * 0.95) + (C18:1 * 0.86) + (C18:2 * 1.73) + (C18:3 * 2.62) + (C20:1 * 0.79)$$

3.9.2 Punto de fusión (PF)

Este parámetro fue evaluado para el E2. La determinación se llevó a cabo sobre una muestra de grasa extraída con éter de petróleo en equipo Soxtec con capilar cerrado, método PEC. CEMIC. CER. 403 basado en Cc 1-25(93) (AOCS, 2009c).

3.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el procesamiento y análisis estadístico de los datos se utilizaron los programas Excel de Microsoft Office, versión 2007 y el programa estadístico InfoStat, versión 2008. Se realizaron los estadísticos descriptivos (media y desviación estándar) y análisis de varianza, efectuando en los casos de detectar diferencias significativas comparación de medias mediante test de Tuckey.

Se utilizó un nivel de confianza del 95 %. En el caso de los parámetros de la canal se calculó la covarianza tomando como covariable el peso de faena.

A partir del coeficiente de Pearson se calcularon:

- Las correlaciones existentes entre las variables peso final (Pf), rendimiento caliente (RC), largo de res (LR), espesor de grasa dorsal (EGD) y área de ojo de lomo (AOL) para los dos ensayos.
- Las correlaciones existentes entre las variables grasa intramuscular (GI), color luminosidad (L*), croma (c), value (h), terneza (T), pérdida por cocción (PPC) y pérdida por goteo (PPG).
- Las correlaciones, para el E1, existente entre el espesor de grasa dorsal (EGD), los principales ácidos grasos analizados en el perfil lipídico (C14:0, C16:0, C18:0, C16:1, C18:1, C18:2, C18:3).

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 PARÁMETROS EVALUADOS DE LA CANAL

Se presentan los resultados obtenidos de los parámetros seleccionados para evaluar las canales, rendimiento en caliente (RC), largo de res (LR) espesor de grasa dorsal (EGD) y área del ojo de lomo (AOL) en los dos ensayos (E1) y (E2). Si bien el peso de faena (Pf), como variable representativa del crecimiento (Pérez, 2014) se encuentra asociado a los parámetros estudiados, su uso como covariable no presentó efectos por lo cual no se consideró en el análisis de las demás variables.

Para el E1 ninguna de las variables presentó diferencias entre los tratamientos.

En el E2 los parámetros RC y EGD no presentaron diferencias. Para LR el testigo (HS) presentó diferencias con respecto a los demás tratamientos con un $p= 0.0042$. Con respecto a la variable AOL se detectaron significancias con un $p=0,0139$, donde el tratamiento CRU presentó el menor valor y diferencia con COC, mientras que los demás tratamientos (HS y TOST) no presentaron diferencias con los anteriores.

A continuación se presentan las medias por tratamiento de cada variable con el desvío estándar y el valor de p hallado.

Cuadro No. 8. Parámetros medidos en la canal para E1 y E2, según tratamiento.

	ENSAYOS	HS	COC	TOST	CRU	Valor p
RC (%)	E1	80.03 ± 5.47	82.28 ± 1.12	80.96 ± 1.10	84.33 ± 0.32	0.1923
	E2	77.98 ± 2.57	79.27 ± 0.66	78.74 ± 1.56	78.64 ± 3.98	0,8602
LR (cm)	E1	79.5 ± 2.78	75.93 ± 1.3	81.35 ± 3.22	79.13 ± 2.17	0.1070
	E2	87.00 ± 0.89 b	83.00 ± 3.69 a	83.17 ± 2.48 a	81.84 ± 1.16 a	0,0042
EGD (mm)	E1	13.67 ± 3.79	17.83 ± 1.61	12.25 ± 3.66	14 ± 2.89	0.1974
	E2	21.74 ± 3.32	23.92 ± 4.64	23.58 ± 1.96	20.36 ± 4.04	0,2863
AOL (cm ²)	E1	50.73 ± 1.85	48.3 ± 4.63	51.95 ± 5.09	50.5 ± 4.66	0.7574
	E2	45.41 ± 1.03 ab	49.29 ± 3.90 b	43.16 ± 3.46 ab	41.59 ± 5.61 a	0,0139

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

* Peso a faena (Pf): HS 100.23 ± 5.79; COC 99.26 ± 0,74; TOST 101.0 ± 2.87; CRU 96.64 ± 4.14.

** Peso de faena (Pf): HS 103.31 ± 3.20; COC 100.07 ± 3.47; TOST 98.86 ± 1.77; CRU 92.01 ± 4.26

Con respecto a la alimentación ofrecida se esperaba que existiera un efecto negativo en el tratamiento CRU debido a la presencia de factores antinutricionales en el grano de soja; estos podrían actuar evitando el uso eficiente de la proteína y generando un menor desarrollo muscular (Liener, 2000). Al realizarse el ANAVA para Pf, en el E1 no se encontraron diferencias, pero los animales que consumieron CRU demoraron más tiempo en llegar al peso estipulado para faenar. Para el E2 sí se observaron diferencias ($p < 0,001$) donde el tratamiento CRU fue el de menor peso, pudiendo atribuir esta diferencia a las dietas aportadas.

Por otra parte los tratamientos COC y TOST podían ser semejantes al utilizado como testigo (HS), comprobando de esta manera que la aplicación de calor de dos formas diferentes logra inactivar los factores antinutricionales (Ramos et al. 2006, Bratschi et al. 2010, Hirigoyen et al. 2010, González et al. 2010).

En todas las variables a excepción del largo de res los tratamientos COC y TOST no se diferenciaron del testigo (HS), esto puede atribuirse al tratamiento de inactivación de los factores antinutricionales que evitaron inconvenientes en la digestión de estas dietas. Téngase presente que los parámetros analizados se encuentran ligados a la conformación del animal y aunque las condiciones fueron similares para todos los animales y la genética fue la misma, podría haber existido algún efecto en su desarrollo.

Con respecto a las variables analizadas algunos autores observan que un mayor peso de faena, se relaciona dando un mayor largo de res, mayor espesor de grasa dorsal, un menor rendimiento de la canal y por consiguiente una menor área del ojo de lomo (Castro, citado por Barba 1999, Bañón et al. 2000, Petrocelli et al. 2005). Sin embargo otros estudios realizados por Vergés, citado por Vieites y Basso (1986), Echenique y Capra (2011), encuentran que animales con mayor peso de faena lograron una mayor AOL lo que se relacionó con mejores rendimientos en los cortes valiosos, sin presentarse diferencias en el EGD; ellos atribuyen estos resultados al tipo genético utilizado.

En los ensayos realizados en este trabajo se observa que los animales con mayor Pf (TOST para E1 y HS para E2) tendieron a presentar mayor LR y el menor RC concordando con la bibliografía consultada. Sin embargo con los valores de AOL y EGD, los animales con mayor peso tendieron a presentar menos grasa y a pesar de un menor rendimiento su área de ojo de lomo fue mayor.

4.2 PARÁMETROS EVALUADOS DE LA CARNE

Se presentan los resultados de los parámetros medidos con respecto a la calidad de la carne. Color a través de las coordenadas L (luminosidad), C (saturación) y h (tono); capacidad de retención de agua a través de la pérdida por goteo (PPG) y la pérdida por cocción (PPC); ternura (T) y grasa intramuscular (GI).

Con respecto a los resultados obtenidos, no se encontraron diferencias para ninguno de los parámetros medidos en ambos ensayos, esto se traduce en que los tratamientos ofrecidos no tuvieron efecto sobre estas variables.

Téngase presente que para el análisis de variación se tomó un intervalo de confianza de 95% y en el caso de las variables h y PPG los valores de p estuvieron cercanos a 0,05 por lo cual aunque no se verificaron diferencias resulta importante tenerlo en cuenta para futuras investigaciones ya que la modificación en el número de repeticiones podría arrojar nuevos resultados.

A continuación se presentan las medias por tratamiento de cada variable con el desvío estándar y el valor de p hallado.

Cuadro No. 9. Parámetros medidos en la carne para E1 y E2 según tratamiento.

	ENSAYOS	HS	COC	TOST	CRU	Valor p
L*	E1	45 ± 0.18	44.85 ± 1.69	43.3 ± 2.12	44.15 ± 1.11	0.4609
	E2	45.88 ± 2.37	45.92 ± 0.94	46.85 ± 2.48	46.59 ± 2.78	0.8219
C*	E1	24.67 ± 0.84	24.33 ± 0.14	24.24 ± 0.98	24.55 ± 0.55	0.8558
	E2	26.15 ± 1.56	25.89 ± 1.44	27.13 ± 1.75	26.54 ± 1.39	0.5056
h °	E1	79.51 ± 1.17	79.94 ± 3.00	79.65 ± 2.38	78.48 ± 1.50	0.7965
	E2	72.82 ± 1.42	75.76 ± 3.90	73.24 ± 2.25	76.94 ± 3.86	0.0656
PPC (%)	E1	35.38 ± 0.83	34.31 ± 0.47	33.65 ± 1.74	35.03 ± 1.55	0.3628
	E2	32.74 ± 2.38	34.07 ± 1.63	31.94 ± 1.92	34.52 ± 1.95	0.1115
PPG (%)	E1	3.84 ± 0.42	1.81 ± 0.49	2.6 ± 0.65	2.18 ± 0.98	0.0726
	E2	3.93 ± 1.24	3.12 ± 0.34	3.53 ± 0.59	2.6 ± 1.01	0.0680
T (kg)	E1	3.86 ± 0.59	3.58 ± 0.27	4.32 ± 1.36	3.46 ± 0.77	0.5782
	E2	3.17 ± 1.02	3.00 ± 0.77	2.84 ± 0.88	3.00 ± 0.91	0.9302
GI (%)	E1	3,25 ± 0.47	2,92 ± 2.13	2.62 ± 1.03	3,25 ± 1.06	0.8832
	E2	Sd	sd	Sd	sd	sd

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Las variables analizadas se encuentran estrechamente relacionada con el manejo previo y post faena (Lawrie, citado por Lawrie, 2006), más que con la alimentación ofrecida, lo cual puede explicar en gran medida que no se encontraran diferencias.

Las variables asociadas a la pérdida de agua como son PPG y PPC están fuertemente relacionadas al estrés sufrido previo a la faena, dependiendo del tipo de músculo y el efecto en el pH final (Álvarez, 2002). En estos ensayos; los valores de PPG se encuentran dentro del rango de 0,5 a 4 %, lo cual concuerda con lo observado por Echenique y Capra (2006) deseable para evitar una mala apariencia en el producto y una pérdida de agua excesiva que afecte el peso. En el caso de la PPC se presentaron valores por encima de 30%, algunos autores señalan que el rango óptimo se encuentra entre 18-24% (Honickel y Hamm, citados por Capra et al., 2007), pero existe un gran coeficiente de variación pudiendo darse valores por encima del encontrado en estos ensayos (Offer y Knight, 1988).

La terneza está ligada a la características del animal su edad, sexo, entre otras (Warkup y Matthews, citados por Coma Piquer, 1999), el proceso de enfriamiento (Wood et al., 1999), almacenamiento-maduración (Martínez y Cerezo, citados por Bianchi, 2005) y el proceso de cocción (Forrest et al., 1979). Al igual que otros autores no se encontraron efecto de la alimentación ofrecida (Capra et al., 2007).

La grasa intramuscular fue analizada solo para el E1 y su porcentaje dentro de la carne afecta las demás variables en diferente medida. Valores inferiores al 2 % influyen de forma negativa en la jugosidad y terneza mientras que por encima de 3,5 a 4 %, se compromete la calidad nutricional (Davis 1975, Jones 1994, Fernández et al. 1999, Capra et al. 2007). Los tenores encontrados en el experimento se asemejan con los obtenidos por Leszczynski et al. (1992), Warnants et al. (1999) al incluir niveles de 0, 10 y 20 % de soja integral en las dietas, éstos tampoco encontraron un efecto de la alimentación ofrecida. Téngase presente que en este caso los niveles de soja fueron del orden del 30%.

Aunque no se detectaron diferencias tanto para la variable del color L* y el porcentaje de GI, algunos autores (Forrest et al., 1979) han observado que el color es determinado por el porcentaje de carne y GI presente en el músculo medido. Por lo tanto, es razonable que los valores de L, variable que mide la luminosidad, se presenten más altos en el tratamiento (HS) con mas GI debido a una mayor proporción del color blanco efectuado por la grasa presente.

4.3. PARÁMETROS EVALUADOS DE LA GRASA

Se analizó el perfil lipídico presente en la grasa dorsal perteneciente a los animales del ensayo 1, a continuación se presentan los valores encontrados para los principales ácidos grasos y algunas relaciones importantes.

Cuadro No. 10. Concentración (%) de ácidos grasos en la grasa dorsal según tratamiento para E1

	HS	COC	TOST	CRU	Valor p
Mirístico C14:0	1.07 ± 0.26	0.89 ± 0.06	0.79 ± 0.15	0.83± 0.26	0,3717
Palmítico C16:0	24.03 ± 2.78	20.75 ± 0.23	20.34 ± 2.5	21.09± 1.33	0,1448
Esteárico C18:0	11.63 ± 2.68	13.25 ± 1.86	11.68 ±2.51	10.08± 1.03	0,3162
Palmitoleico C16:1	1.18 ±0.14	0.98 ± 0.16	0.92 ± 0.2	0.91 ±0.12	0,1645
Oleico C18:1n9	43.12 ± 1.11	41.19 ±0.79	38.83 ± 4.38	40.69 ± 1.19	0,2421
Linoleico C18:2n6	15.06 ± 5.81 a	16.99 ±2.09 ab	21.85 ± 2.25 ab	22.64 ±0.80 b	0,0230
Linolénico C18:3n3	0.89 ± 0.55 A	1.48 ± 0.17 Ab	1.56 ± 0.19 ab	1.64 ± 0.11 B	0,0298

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

En el cuadro se observa que tanto para los ácidos grasos saturados (C14:0, C18:0 y C16:0) como para los monoinsaturados (C16:1 y C18:1n9) no se encontraron diferencias entre los tratamientos. Sin embargo los ácidos poliinsaturados (C18:2 n6 y C18:3 n3) sí presentaron diferencias. Tanto en el contenido de Linoleico como de Linolénico se aprecia una diferencia entre el tratamiento CRU con respecto al testigo (HS), presentando éste ultimo el menor porcentaje de todos los tratamientos pero sin diferencias con los demás tratamientos (TOST y COC).

En el análisis del perfil lipídico, la hipótesis manejada apunta a encontrar diferencias en la concentración de los diferentes ácidos grasos debido a la inclusión de la soja. El testigo utilizado presentaba harina de soja la cual en su elaboración pierde la porción lipídica donde se concentra la mayoría de los ácidos grasos presentes en el grano a diferencia de los demás tratamientos donde el éste permanece entero. El efecto del calor ofrecido en los tratamientos TOST y COC, para inactivar los factores antinutricionales, podría intervenir de

alguna forma dando diferencias en la concentración de algunos ácidos con respecto al grano crudo.

Algunos investigadores observaron que la sustitución de harina de soja por poroto de soja integral desactivado producía cambios en el perfil lipídico dando un aumento en el contenido de ácido linoleico y linolénico (Leszczynski et al., 1992). Mientras que Apple et al. (2009) observaron que la incorporación de soja integral en la dieta, incrementa significativamente las proporciones del 18:3n-3, sin afectar la proporción en 18:2n-6. En el presente ensayo los niveles de los dos ácidos se encuentran en mayor concentración en todos los tratamientos donde no se extrajo el aceite en comparación al testigo que presenta harina de soja. También se observa una menor concentración de ácido oleico que puede estar asociada a la prioridad en la deposición y síntesis de los distintos ácidos grasos (López Bote et al., 1999).

El porcentaje de inclusión en dietas con poroto de soja integral y maíz debe encontrarse entre 10 – 20% para evitar deterioro de la calidad de la grasa (De Blas et al. 2010, Yacentiuk, citado por Bauzá et al. 2015). En éste caso las dietas se encontraban por encima del 28% de inclusión de poroto de soja previamente inactivado para el caso de CRU y COC; lo cual refleja un mayor valor en la concentración de los ácidos insaturados, pudiendo afectar la consistencia de la grasa.

En el siguiente cuadro se observan algunos indicadores que se toman como referencia para medir la calidad de la grasa en relación al consumo en dietas para humanos.

Cuadro No. 11. Principales relaciones entre ácidos grasos según tratamiento para E1.

	HS	COC	TOST	CRU	Valor p
PUFA/SFA	0.46 ± 0.23 a	0.55 ± 0.09 ab	0.73 ± 0.07 ab	0.77 ± 0.05 b	0,0243
C18:0/C 18:2	0.88 ± 0.43	0.80 ± 0.22	0.53 ± 0.07	0.45 ± 0.05	0,0769
n6/n3	19.32 ± 4.7 b	12.11 ± 0.09 a	14.66 ± 2.09 ab	14.24 ± 0.57 ab	0,0252

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Se aprecian diferencias entre los tratamientos en la relación entre los ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) y saturados (SFA). El tratamiento CRU presentó valores mayores con respecto al testigo (HS); los otros dos (COC y

TOST) presentaron valores intermedios no teniendo diferencias con los antes mencionados.

Las recomendaciones en dietas humanas indican valores por encima de 0,45 (Warriss, 2010), los valores ideales encontrados por Leszczynski et al. (1992), Warnants et al. (1999) están en el rango de 0,7 – 1,0 por lo cual los resultados arrojados aquí se ajustan a un producto aceptable.

La relación entre el ácido graso esteárico (C18:0) con el linoleico (C18:2) no presentó diferencias entre tratamientos.

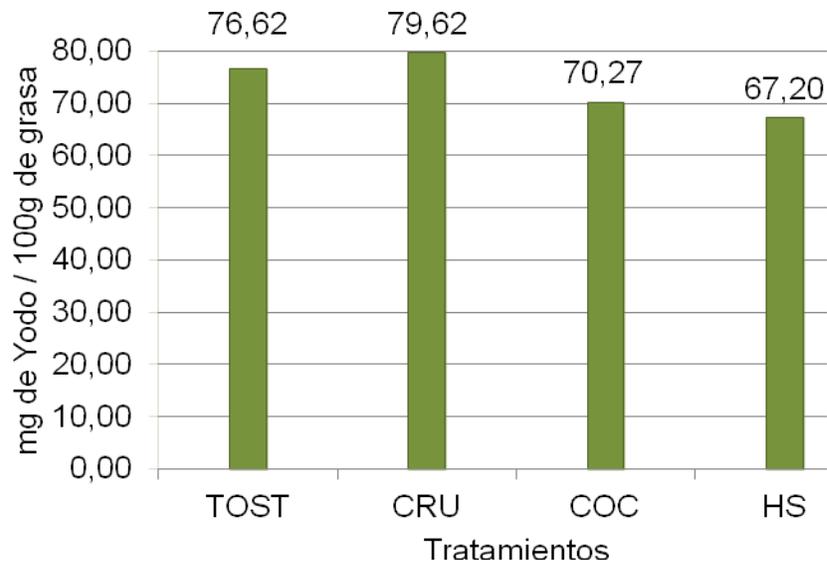
Daza y Bouxadé, citados por Echenique y Capra (2006) consideran que una grasa es blanda cuando la relación antes mencionada es inferior a 1,47. Sirve como predictora de la firmeza y por consiguiente de su calidad tecnológica principalmente para la elaboración de productos manufacturados (Whittington et al., citados por Capra et al., 2011). Para éste ensayo los valores calculados estuvieron por debajo del referente, consecuencia de la proporción de ácido linoleico presente en las dietas, debido a la inclusión de la soja principalmente.

La relación de los ácidos grasos omega 6 /omega 3 presentó diferencias entre el tratamiento COC con respecto al testigos (HS); en el caso de los tratamientos TOST y CRU presentaron valores intermedios sin significancia para con los tratamientos antes mencionados.

Esta relación es importante en la nutrición humana, la OMS (WHO, citado por Echenique y Capra, 2006) recomiendan valores entre 4 y 10 aunque en el caso de las dietas occidentales se ha encontrado valores de 17. Aquí, todas sobrepasan el rango ampliamente. El consumo de alimentos con estos ácidos grasos esenciales es de suma importancia para la elaboración de otros compuestos saludables (EPA y DHA) por lo que un desajuste en la relación puede llevar a tener que buscar otras fuentes para obtenerlos (Warriss, 2010).

Un parámetro importante en la medición de la calidad tecnológica de la grasa es el índice de yodo. A continuación se presenta un grafico con los datos para cada tratamiento.

Figura No. 6. Índice de yodo (IV) según tratamiento para E1



Según los datos obtenidos para IV, los mayores valores se registraron en el tratamiento CRU y se observó diferencias ($p= 0,034$) con respecto al testigo (HS) mientras los otros dos tratamientos presentaron valores intermedios.

El IV oficia de indicador indirecto de la firmeza de la grasa de la canal o de la rancidez (Hugo y Roodt, citados por Benz et al., 2013). El rango aceptable se encuentra entre 70 a 75 gr de yodo/100 gr de grasa (NPPC, Boyd et al., citados por Benz et al., 2013).

En trabajos realizados por este autor donde se utilizó una dieta control en base a maíz y soja los datos obtenidos fueron para el C18:2 y IV de 11% y 59,92 gr yodo/gr grasa respectivamente. En comparación con los datos aquí obtenidos (15% y 67,2gr yodo/gr grasa) se verifica que el ácido linoleico está relacionado de forma importante con la firmeza de la grasa.

Stiebing et al., Wood, citados por López Bote et al. (1999), observaron que entre un 14 y 15% de C18:2 en las carnes frescas evitaría problemas en la consistencia de la grasa, sin embargo Warnants y Van Oeckel (1996) admitían un valor mayor (20-22%) sin presentarse problemas. Los ensayos evidencian valores de concentración de C18:2 entre 15 y 22% encontrándose dentro de los parámetros establecidos anteriormente.

Teniendo presente que la soja es el alimento que más concentración de C18:2 posee y su inclusión en las dietas fue muy por encima de lo analizado por algunos autores; hipotéticamente podría observarse mayores niveles de ácido linoleico en el perfil lipídico (Apple et al., citados por Bauzá et al., 2015). Sin embargo estudios realizados por López Bote et al. (1999) comprobaron que niveles mayores de inclusión de C18:2 en las dietas, no necesariamente se reflejan en una deposición directa ya que se produce un mayor uso de éste ácido graso insaturado con fines metabólicos (Courboulay y Massabie, citados por López Bote et al., 1999).

Sumado a lo mencionado en el párrafo anterior es que se puede llegar a una inclusión del 2% de C18:2 en las raciones y obtener concentraciones de 14-15% de este ácido en la grasa (Sanz, citado por López Bote et al., 1999).

El tratamiento testigo de los dos ensayos fue similar al utilizado en trabajos¹ donde el perfil lipídico analizado presentaba valores de inclusión de 1,5 % de linoleico en la ración y concentraciones de éste de 15 % en la grasa obtenida. De ser así se confirmaría lo mencionado por López Bote et al. (1999) donde el nivel de inclusión de C18:2 en las raciones no es determinante del nivel que es depositado; debido a la variación en la utilización por parte del animal. Sin embargo si puede ser un predictor de los valores de IV como lo analizado por Benz et al. (2013) debido a que es el de mayor concentración en la grasa dorsal.

Por último en el E2 se evaluó la calidad tecnológica tomando como referencia el análisis del punto de fusión. A continuación se presentan los datos

Cuadro No. 12. Punto de fusión según tratamiento para E2.

	HS	COC	TOST	CRU	Valor p
PF	45.48± 1,73 b	43.18± 2,08 ab	43.45±1,62 ab	39.62± 4,21 a	0,008

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

El análisis del punto de fusión arrojó diferencias ($p= 0,008$) entre los tratamientos donde el testigo (HS), con mayores valores, fue diferente del CRU, los demás tratamientos (COC y TOST) presentaron valores intermedios.

Un menor PF se asocia con una mayor concentración de ácidos grasos insaturados, conforme a lo previsto los valores obtenidos en los tratamientos se relacionan con la concentración de PUFA. Los valores bajos pueden acarrear

¹ Bauzá, R. 2016. Com. personal.

consigo inconvenientes en la durabilidad y rancidez de la grasa al usarse en la elaboración aunque no es factor determinante (Toldrá, citado por Capra et al., 2011).

Al realizarse la correlación existentes entre las variables estudiadas para la canal se observó que en el E1, entre Pf/RC, se obtuvo un valor de $r = -0,76$ o sea que a mayor peso el rendimiento fue menor, así mismo se dio una correlación negativa entre LR/EGD ($r = -0,88$). En el caso de las demás relaciones analizadas no se encontraron fuertes asociaciones entre las variables. En el E2 se encontraron asociaciones positivas entre las variables Pf/LR y Pf/ AOL ($r = 0,58$ y $r = 0,49$ respectivamente) para el resto de las variables se observaron relaciones de escasa magnitud o no hubo asociación.

En el caso de las variables evaluadas en la carne el E1 presento asociaciones positivas entre L/GI explicando un mayor luminosidad al tener un mayor porcentaje de grasa infiltrada. En el caso de las variables de color L*/c presentaron una asociación positiva baja en el E1 y de importante magnitud en el E2 (0,11 y 0,88 respectivamente) en el caso de L*/h la asociación fue negativa con valores de -0,37 y -0,29. De igual forma ocurrió entre c/h (-0,52 y -0,62). De forma general podría decirse que carnes más luminosas tienden a ser más saturadas pero su tonalidad es más débil o suave. Para el resto de las variables se observaron relaciones de escasa magnitud o no hubo asociación.

Para la evaluación de la grasa se tomó la correlación existente entre el EGD y los ácidos grasos analizados en el perfil lipídico. Se observó una asociación positiva entre el EDG /C14:0 de 0,52, al igual que entre EGD/C18:1 de 0,41 y EGD/C16:1 de 0,40. Mientras que entre EGD/C18:2 y EGD/C18:3 la asociación fue negativa (-0,36 y -0,33 respectivamente). En concordancia con García Macías, citado por Bañón (2000) las canales con menores EGD tienden a presentar más ácidos poliinsaturados.

5. CONCLUSIONES

La inclusión de diferentes subproductos provenientes de la soja en dietas para cerdos en engorde tiene influencia en el producto final.

Los cerdos alimentados con tratamientos donde el grano de soja permanecía con la porción lipídica, presentaron diferencias en la concentración de ácidos grasos poliinsaturados con respecto al testigo donde se utilizó harina de soja comercial.

La presencia de PUFA principalmente ácido linoleico, generó efectos beneficiosos en el producto final si se relaciona a la ingesta de la carne con grasa dentro de la dieta humana como cortes frescos.

Sin embargo teniendo en cuenta el consumo de chacinados, donde se requiere un procesamiento de la carne y grasa antes de ser consumido. La calidad tecnológica puede verse afectada al presentarse grasa blandas con posibles problemas de rancidez debido a la concentración de ácidos poliinsaturados presentes.

Con respecto a las características de la canal y de la carne los efectos de la alimentación son mínimos, teniendo mayor influencia características intrínsecas y los manejos pre y post faena.

La aplicación de calor para inactivar los factores antinutricionales en el grano de soja no generó efectos directos en los parámetros evaluados aunque deberían realizarse estudios más exhaustivos sobre posibles efectos en la composición química.

Los tratamientos TOST y COC fueron realizados de forma experimental generando pequeños volúmenes de alimento. El traslado de estos procesos a la producción requerirá de ajustes técnicos para lograr un producto efectivo y no generar nuevos costos.

El uso de fuentes proteicas alternativas a la conocida harina de soja requiere se tenga presente el efecto posible en la grasa. Por tal motivo un ajuste en la inclusión, consumo y tiempo de suministro pueden ser herramientas importantes para lograr un buen producto final.

6. RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la incidencia de la alimentación ofrecida en la calidad de la canal, la carne y la grasa en animales que consumieron diferentes dietas conteniendo subproductos provenientes de la soja. Se tomaron las canales provenientes de dos ensayos realizados en el marco del Proyecto de investigación “Evaluación nutricional de subproductos provenientes de diferentes formas de procesamiento del grano de soja”. Dichos ensayos manejaron cuatro tratamientos con dietas isoprotéica e isoenergéticas donde variaba la fuente de proteína de la siguiente forma: T1 (testigo) harina de soja comercial (HS), T2 poroto cocido, el grano de soja se sometió a cocimiento en agua durante 15 minutos (COC), T3 poroto tostado, el grano de soja se sometió a tostado durante 10 minutos (TOST) y T4 poroto crudo (CRU). Para el Ensayo 1 se manejaron un total de 16 animales y para el ensayo 2 un total de 27 animales. Los parámetros analizados en el caso de la canal para los dos ensayos fueron rendimiento en caliente, largo de res, área del ojo de lomo y espesor de grasa dorsal. Mientras que para la carne se midió color a través de las coordenadas L (luminosidad), C (saturación) y h (tono); capacidad de retención de agua a través de la pérdida por goteo (PPG) y la pérdida por Cocción (PPC); terneza (T) y grasa intramuscular (GI). Con respecto a la grasa, para el ensayo 1, se analizó el perfil lipídico con el fin de observar algunas relaciones entre los ácidos grasos encontrados y en el caso del ensayo 2 se analizó solo el punto de fusión. En los resultados obtenidos para las características de la canal y de la carne los efectos de la alimentación son mínimos, teniendo mayor influencia características intrínsecas y los manejos pre y post faena. Los cerdos alimentados con tratamientos donde el grano de soja permanecía con la porción lipídica, presentaron diferencias en la concentración de ácidos grasos poliinsaturados con respecto al testigo donde se utilizó harina de soja comercial. La presencia de PUFA principalmente ácido linoleico, generó efectos beneficiosos en el producto final si se relaciona a la ingesta de la carne con grasa dentro de la dieta humana como cortes frescos. Sin embargo teniendo en cuenta el consumo de chacinados, donde se requiere un procesamiento de la carne y grasa antes de ser consumido. La calidad tecnológica puede verse afectada al presentarse grasas blandas con posibles problemas de rancidez debido a la concentración de ácidos poliinsaturados presentes.

Palabras clave: Calidad; Soja; *Glycine max*; Grasa.

7. SUMMARY

With the objective of evaluating the incidence of the diets offered in the quality of the carcass, meat and fat in animals that were fed with different diets which contained by-products of soya were taken carcasses from two tests conducted within of the research Project “Nutritional evaluation of by- products obtained from different ways of soybean processing.”The tests were about four treatments with isoprotein and isoenergetic diets where the protein source: T1 (control) commercial soya flour (HS), T2 cooked grain, the soybean was cooked in water for 15 minutes (COC), T3 toasted grain, the soybean was toasted for 10 minutes (TOST) and T4 crude grain (CRU). While for test 1 were handled 16 animals for test 2 were 27. The parameters analyzed for the channel in both cases were Warm Performance, Beef Length, Spine Eye Area and Dorsal Fat thickness. For meat the parameters measured were Color through the coordinates L (luminosity), C (saturation) and H (Tone); Water Retention Capability through Drip Loss (PPG) and Cooking Loss (PPC); Tender (T) and Intramuscular Fat (GI). In respect of fat for test 1 was analyzed the lipid profile in order to observe some relationships between the fatty acids found. For test 2 was analyzed only the melting point. In the results obtained for the characteristics of the carcass and meat the effects of feeding are minimal, having more influence intrinsic characteristics and the pre and post slaughter. Pigs fed with treatments where the soybean remained the lipid portion showed differences in the concentration of polyunsaturated fatty acids compared to the control where commercial soya flour was used. The presence of PUFA mainly linoleic acid generated beneficial effects in the final product if it is related to the intake of meat with fat in the human diet as fresh cuts. However considering the consumption of cold meat, where it is required the processing of the meat and fat before the consumption the technological quality could be affected by the presence of soft fats with possible rancidity problems due to the concentration of polyunsaturated acids present.

Keywords: Quality; Soybean; *Glycine max*; Fat.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Acosta y Lara, R.; Costas, G.; Formento, P. 2012. Manual de cortes de carnes alternativas para abasto; conejo, cerdo, pollo y ovinos (en línea). Montevideo, Mastergraf. pp. 18- 43. Consultado dic. 2016. Disponible en <http://www.ciap.org.ar/ciap/Sitio/Materiales/Industrializacion/Cortes%20porcinos/Manual%20de%20cortes%20de%20carnes%20alternativas%20para%20Abasto.pdf>
2. Álvarez, D. 2002. Influencia de las condiciones ante mortem y la tecnología del sacrificio sobre la calidad de la carne porcina. Tesis Doctoral. Murcia, España. Universidad de Murcia. 334 p.
3. AOCS (American Oil Chemist's Society, US). 1995. Official methods and recommended practices of the AOCS; official method Ce 1-91. Determination of fatty acids in edible oils and fats by capillary GLC. 4th. ed. Urbana. s.p.
4. _____. 2009a. Official methods and recommended practices of the AOCS; official method Ce 1-62. Fatty acid composition by packed column gas chromatography. 6th. ed. Urbana. s.p.
5. _____. 2009b. Official methods and recommended practices of the AOCS; official method Ce 2-66. Preparation of methyl esters of fatty acids. 6th. ed. Urbana. s.p.
6. _____. 2009c. Official methods and recommended practices of the AOCS; official method CC 1-25 (93). Melting point capillary tube method reapproved. 6th. ed. reapproved 2009. Urbana. s.p.
7. Apple, J. 2002. Nutritional effects on pork quality in swine production. (en línea). Des Moines, Iowa, U.S. Pork Center of Excellence (USPCE). pp 1-13. Consultado ago. 2015. Disponible en [http://www.usporkcenter.org/FileLibrary/External/USPCE/NSNG/NSNG-Nutritional%20Effects%20on%20Pork%20Quality\(1\).pdf](http://www.usporkcenter.org/FileLibrary/External/USPCE/NSNG/NSNG-Nutritional%20Effects%20on%20Pork%20Quality(1).pdf)
8. Bañón, S.; Granados, M. V.; Cayuela, J, M.; Gil, M. D.; Costa, E.; Garrido, M. D. 2000. Calidad de la grasa obtenida a partir de cerdos magros. Anales de Veterinaria de Murcia (España). 16: 77 – 88.
9. Bauzá, R.; Gil, M. J.; Petrocelli, H. 2005. Evaluación del comportamiento de cuatro tipos de cerdos sometidos a los tres sistemas de

alimentación más comúnmente utilizados en el país. In: Evaluación bioeconómica de sistemas de producción de cerdos. Montevideo, INIA. pp. 111 – 138 (FPTA no. 15).

10. _____.; Bratschi, C.; Benítez, V.; Hirigoyen A.; Grompone M. A. 2015. Respuesta de cerdos en engorde a dietas con soja integral desactivada artesanalmente. (en línea). Agrocienca (Montevideo). 19(2): 81-92. Consultado mar. 2016. Disponible en <http://www.fagro.edu.uy/agrocienca/index.php/directorio/article/viewFile/1153/772>
11. Bell, W.; Carballo, C.; Castro, G.; Barlocco, N. 2014. Situación y perspectivas de la producción porcina en Uruguay. (en línea). In: Jornadas Nacionales de Actualización Porcina y Encuentro del Centro de Información de Actividades Porcinas CIAP (6as., 2014, Santa Rosa, La Pampa, AR). Trabajos presentados. Santa Rosa, Universidad de la Pampa, Facultad de Agronomía. s.p. Consultado set. 2016. Disponible en <http://www.upc.edu.uy/caracterizacion-socio-economica-del-sector-porcino?download=168:bell-y-col-2014>
12. Bendall, J. R.; Swatland, H. J. 1988. A review of the relationships of pH with physical aspects of pork quality. Meat Science. 24 (2): 85-126.
13. Benz, J. M.; Tokach, M. D.; Dritz, S. S.; Nelssen, J. L.; De Rouche, J. M.; Sulabo, R. C.; Goodband, R. D. 2013. Efectos del valor de yodo de la dieta sobre la calidad de grasa de la canal. Revista Albéitar (Zaragoza). 165: 42-44.
14. Bianchi, G. 2005. Características productivas, tipificación de canal y calidad de carne a lo largo de la maduración en corderos pesados Corriedale puros y cruzados en sistemas extensivos. Tesis Doctoral. Zaragoza, España. Universidad de Zaragoza. 100 p.
15. _____.; Garibotto, G.; Franco, J.; Ballesteros, F.; Feed, O.; Bentancur, O. 2007. Calidad de carne ovina; impacto de decisiones tomadas a lo largo de la cadena. In: Seminario Técnico Internacional Enfoques sobre la Calidad de Carne y Grasa en Rumiantes; El Consumidor como Prioridad (2008, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, Facultad de Agronomía. pp. 20 - 48.

16. Boscarol, M. 2007. El espacio del color L* C* h. (en línea).s.l., Imagen Digital. Apuntes sobre diseño y artes gráficas. s.p. Consultado mar. 2010. Disponible en http://www.gusgsm.com/espacio_color_lch
17. Bratschi, C.; Hirigoyen, A.; Furtado, S.; Arias, G.; González, A.; Bauzá, R. 2010. Caracterización química del grano de soja sometido a diferentes tratamientos de desactivación. 2. Efecto del tostado. *Agrociencia (Montevideo)*. 14 (3): 202.
18. Capra, G.; Echenique. A.; Bauzá, R.; Petrocelli. H. 2003. Sistemas de producción de cerdos en el Uruguay. *Revista Plan Agropecuario*. no. 106: 47- 52.
19. _____.; _____.; Grompone, M. A.; Bauzá, R.; González, A.; Silva, D. 2007. Evaluación de la inclusión de grano de soja desactivado, afrechillo de arroz integral o suero de queso en la dieta de cerdos en engorde. 2 Efecto en la calidad de la canal y la carne. *In: Encuentro de Nutrición y Producción en Animales Monogástricos (9º., 2007, Montevideo)*. Innovación y desarrollo de tecnologías apropiadas para la producción familiar. *Agrociencia (Montevideo)*. vol. especial: 47-52.
20. _____.; Repiso, L.; Fradiletti, F.; Martínez, R.; Cozzano, S.; Márquez, R. 2011. Efecto de la dieta de cerdos en crecimiento sobre el valor nutritivo y la aptitud tecnológica de la carne y grasa. *Revista INNOTEC (Montevideo)*. 6: 11- 20.
21. Codony, R.; Guardiola, F.; Bou, R.; Tres, A. 2010. Valoración analítica y nutricional de las grasas. *In: Curso de Especialización FEDNA (26º., 2010, Madrid)*. Avances en nutrición y alimentación animal. Barcelona, FEDNA. pp. 175 – 206. Consultado mar. 2015. Disponible en http://fundacionfedna.org/sites/default/files/10CAP_VII.pdf
22. Collell, M. 2010. La canal y la carne; manejo en cebo. (en línea). *In: Marco, E.; Collell, M.; Barceló, J. eds. Comunidad profesional porcina*. Barcelona, ES, Animales web. s.p. Consultado mar. 2015. Disponible en http://www.3tres3.com/manejo_en_cebo/la-canal-y-la-carne_4391/
23. Coma, J.; Piquer, J. 1999. Calidad de carne en porcino; efecto de la Nutrición. Grupo Vall Companys (en línea). *In: Curso de*

Especialización FEDNA (15^o., 1999, Madrid). Avances en nutrición y alimentación animal. Barcelona, FEDNA. pp. 197 - 222. Consultado jul. 2014. Disponible en <http://fundacionfedna.org/sites/default/files/99CAP8.pdf>

24. Daszkiewicz, T.; Bak, T.; Denaburski, J. 2005. Quality of pork whit a different intramuscular fat (IMF) content. Polish Journal of Food and Nutrition Sciences. 14/55 (1): 31–36.
25. Davis, G. W.; Smith, G. C.; Carpenter, Z. L.; Cross, H. R. 1975. Relationships of quality indicators to palatability attributes of pork loins. Journal of Animal Science. 41 (5): 1305-1313.
26. De Blas, C.; Mateos, G. G.; García Rebollar, P. 2010. Harinas y haba de soja. (en línea). In: Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos. 3^a. ed. Madrid, España, FEDNA. pp. 232-238. Consultado ene. 2014. Disponible en http://fundacionfedna.org/sites/default/files/Soja%20tostada_Nov2011.pdf
27. Echenique, A.; Capra, G. 2006. Diagnóstico situación de la calidad de carne porcina para consumo fresco en el Uruguay. Montevideo, INIA. 32 p. (Serie Técnica no. 160).
28. _____.; _____. 2007. Caracterización de los requerimientos de calidad de carne de cerdo por parte de las industrias cárnicas porcinas en Uruguay; encuesta a empresas agroindustriales porcinas. Montevideo, INIA. 36 p. (Actividades de Difusión no. 514).
29. _____.; _____. 2011. Desarrollo de tecnologías para la mejora de la calidad de producto en sistemas familiares de producción porcina. Montevideo, INIA. 56 p. (FPTA no. 34).
30. Elizalde, A. D.; Porrilla, Y.; Chaparro, D. 2009. Factores antinutricionales en semillas. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. 7 (1): 45-54.
31. Enser, M.; Hallett, K.; Hewitt, K.; Fursey, G. A. J.; Wood, J. D. 1996. Fatty acid content and composition of english beef, lamb and pork at retail. Meat Science. 42 (4): 443–456.

32. Errea, E.; Ruiz, M. I.; Souto, G. 2013. Cadena porcina, análisis de competitividad y temas tecnológicos prioritarios. Montevideo, INIA. 92 p. (Edición Especial. Informe de Consultoría).
33. Eusse, J. s.f. La carne de cerdo; guía práctica para su comercialización. (en línea). Medellín, Colombia, Asociación Americana de Soya. s.p. Consultado ene. 2014. Disponible en <http://www.ciap.org.ar/ciap/Sitio/Materiales/Industrializacion/Calidad%20de%20carne/LA%20CARNE%20DE%20CERDO.pdf>
34. Folch, J.; Lees, M.; Sloane-Stanley, G. H. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*. 226: 497-509.
35. Forrest, J.; Aberle, E.; Hedrick, H.; Judge, M.; Merkel, R. 1979. *Fundamentos de ciencia de la carne*. Zaragoza, España, Acribia. 364 p.
36. Galietta, G. 2005. Calidad de la carne porcina. In: *Jornada – Taller Utilización de Pasturas en la Alimentación de Cerdos (2005, Montevideo, Uruguay)*. Utilización de pasturas en la alimentación de cerdos. Montevideo, Facultad de Agronomía. pp. 33-38.
37. González, A.; Bauzá, R.; Bratschi, C.; Hirigoyen, A.; Leivas, R.; Vignolo, M.; Arias, G.; Furtado, S. 2010. Utilización del grano de soja integral en la alimentación de cerdos en crecimiento. *Agrociencia (Montevideo)*. 14 (3): 204.
38. Grompone, M. A.; Irigaray, B.; Gil, M. 2005. Estudio del exudado de aceite en salamines, por medio de las propiedades térmicas de la grasa utilizada. *Aceites y Grasas* 15 (1): 48 – 53.
39. Guo, X.; Tang, R.; Wang, W.; Liu, D.; Wang, K. 2011. Effects of dietary protein/carbohydrate ratio on fat deposition and gene expression of peroxisome proliferator activated receptor γ and heart fatty acid-binding protein of finishing pigs. *Livestock Science*. 140: 111-116.
40. Hirigoyen, A.; Bratschi, C.; Furtado, S.; Arias, G.; González, A.; Bauzá, R. 2010. Caracterización química del grano de soja sometido a diferentes tratamientos de desactivación. 1 Efecto del cocimiento en agua. *Agrociencia (Montevideo)*. 14 (3): 205.

41. Hofmann, K. 1988. El pH, una característica de la calidad de la carne. *Fleischwirtsch español. (España) 1*: 13-18.
42. Honikel, K. O. 1998. Reference methods for the assessment of physical in meat. *Meat Science. 49*: 447-457.
43. INAC (Instituto Nacional de Carnes, UY). 1999. Resolución 258/99, normalización de la comercialización de carne fresca para consumo "Carne Magra de Cerdo". (en línea). Montevideo. s.p. Consultado mar. 2013. Disponible en <http://www.inac.gub.uy/innovaportal/file/2025/1/-res-258-999.pdf>
44. _____. 2015. Principales indicadores del consumo de carnes en Uruguay; cierre año 2014. (en línea). Montevideo. 9 p. Consultado jul. 2015. Disponible en <http://www.inac.gub.uy/innovaportal/file/11573/1/cierre-2014-consumo.pdf>
45. Irigaray, B.; Gil, M.; Grompone, M. A. 2004. Propiedades de las grasas utilizadas en algunos embutidos crudos. *In: Seminario Latinoamericano y del Caribe. Ciencia y Tecnología de Alimentos. (13°. , 2004, Montevideo). Memorias. Montevideo, s.e. s.p.*
46. Konika Minolta, JP 2007. Precise color communication. Color control from perception to instrumentation. (en línea). s.l. 59 p. Consultado mar. 2014. Disponible en http://www.konicaminolta.com/instruments/knowledge/color/pdf/color_communication.pdf
47. Lawrie, R. A. 2006. *Lawrie's meat science. 7th.ed.* Cambridge, Woodhead. 366 p.
48. Leszczynski, D. E.; Pikul, J.; Easter, R. A.; Mc Keith, F. K.; Mc Laren, D. G.; Novakofski, J.; Bechtel, P. J.; Jewell, D. E. 1992. Characterization of lipid in loin and bacon from finishing pigs fed full-fat soybeans or tallow. *Journal of Animal Science. 70 (7)*: 2175 – 2181.
49. Liener, I. E. 1989. Antinutritional factors in legume seeds. State of the art. *In: International Workshop on Antinutritional Factors (ANF) in Legume Seeds (1st. , 1988, Wageningen). Recent advances of research in antinutritional factors in legume seeds; animal nutrition,*

feed technology, analytical methods, proceedings. Wageningen, Netherlands, Pudoc. pp. 6-13.

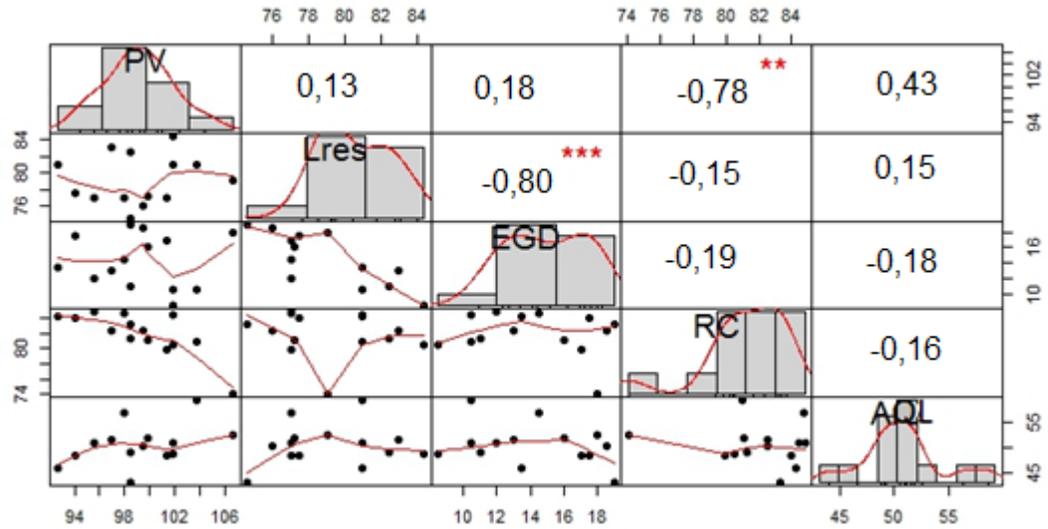
50. López Bote, C.; Isabel, B.; Rey, A. I. 1999. Efecto de la nutrición y del manejo sobre la calidad de la grasa en el cerdo. (en línea). In: Curso de Especialización FEDNA (15°, 1999, Madrid). Avances en nutrición y alimentación animal. Madrid, FEDNA. pp. 223 -252. Consultado jul. 2014. Disponible en <http://fundacionfedna.org/sites/default/files/99CAP9.pdf>
51. Medel, P.; Fuentetaja, A. 2000. Efecto del perfil genético, del sexo, del peso al sacrificio y de la alimentación sobre la productividad y la calidad de la canal y carne de cerdos grasos. (en línea). In: Curso de Especialización FEDNA (16°, 2000, Madrid). Avances en nutrición y alimentación animal. Madrid, FEDNA. pp. 113 - 139. Consultado jul. 2014. Disponible en <http://fundacionfedna.org/sites/default/files/00CAP6.pdf>
52. MGAP. DIEA (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección de Investigaciones y Estadísticas Agropecuarias, UY); INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, UY). 2006. Encuesta porcina. Montevideo, INIA. 88 p. (FPTA no.19).
53. _____. _____. 2014. Censo General Agropecuario (CGA) 2011; resultados definitivos. Montevideo. 142 p.
54. _____. _____. 2016. Anuario estadístico agropecuario 2015. (en línea). Montevideo. 215 p. Consultado may. 2016. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/unidad-ejecutora/oficina-de-programacion-y-politicas-agropecuarias/publicaciones/anuarios-diea/anuario2015>
55. Müller-Haye, B.; González, C.; Navas, J. 1973. El transporte de cerdos industriales en el país. *Agronomía Tropical*. 23 (6): 601-611.
56. Nahashon, S.; Kilonzo-Nthenge, A. 2011. Advances in soybean and soybean by-products in monogastric nutrition and health. (en línea). In: El-Shelmy, H. ed. Soybean and nutrition. Rijeka, Croatia, s.e. pp. 125-156. Consultado mar. 2014. Disponible en http://cdn.intechopen.com/pdfs/19978/intechadvances_in_soybean_and_soybean_by_products_in_monogastric_nutrition_and_health.pdf

57. Pedauy , J.; Bañon, S.; Quiñonero, M.; López M. B.; Garrido M. D. 1994. Calidad de la carne de cerdo, influencia del espesor del p nulo graso dorsal, el grado de infiltración muscular y del sexo. *Anales de Veterinaria de Murcia (España)* 9-10: 17-24.
58. Peloso, J. V. 2000. Tratamiento p s-abate das carca as e os desvios de qualidade na transforma o músculo-carne em suínos. (en línea). In: Conferência Virtual Internacional sobre Qualidade de Carne Suína (1 ., 2000, Concórdia, BR). Anais; bem-estar, transporte, abate e consumidor. Concórdia, Brasil, EMBRAPA. pp. 100-110. Consultado jul. 2014. Disponible en http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais00cv_portugues.pdf
59. Pérez, Y. 2014. Evaluación y clasificación de canales porcinas. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*. 21 (3): 90-98.
60. Petrocelli, H.; Costas, G.; Urbin, G.; Puig, A. 2005. Caracterización de las plantas de faena y los cerdos destinados a la faena. In: Evaluación bioeconómica de sistemas de producción de cerdos. Montevideo, INIA. pp. 19-33 (FPTA no.15).
61. Pinheiro Machado, L. C. 1973. Los cerdos; crecimiento y desarrollo. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 323 – 331.
62. Ramos N.; L quez, J.; Eyherabide, G. 2006. Calidad de la harina de soja sometida a distintos tratamientos térmicos para inactivar los factores antinutricionales. (en línea). Buenos Aires, Argentina, Unidad Integrada de Balcarce. pp. 681 – 683. Consultado ene. 2014. Disponible en http://www.acsoja.org.ar/images/cms/contenidos/615_b.pdf
63. Rey, A. 1999 Estudio de la fracción lipídica de cerdos mantenidos en montanera o alimentados con piensos suplementados con cobre, vitamina e o distintos tipos de grasa. Tesis de Grado. Madrid, España. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Veterinaria. 229 p.
64. Robaina, R. 2012. Glosario, algunas definiciones prácticas. (en línea). Montevideo, INAC. Dirección de Control y Desarrollo de Calidad. 11 p. Consultado mar. 2013. Disponible en http://www.inac.gub.uy/innovaportal/file/6351/1/algunas_definiciones_practicas.pdf

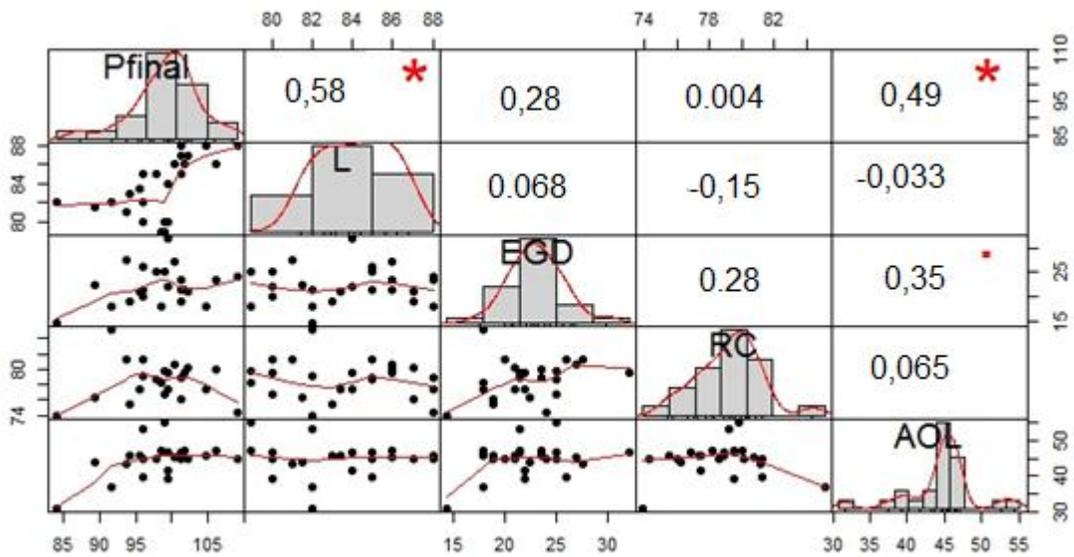
65. Rosenvold, K.; Andersen, H. J. 2003. Factors of significance for pork quality. *Meat Science* 64: 219–237.
66. Terra, N.; Fries, L. 2000. A qualidade da carne suína e sua industrialização. (en línea). *In*: Conferência Virtual Internacional sobre Qualidade de Carne Suína (1º., 2000, Concórdia, BR). Anais; bem-estar, transporte, abate e consumidor. Concórdia, Brasil, EMBRAPA. pp. 147-151. Consultado jul. 2014. Disponible en http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais00cv_portugues.pdf
67. Vieites, C.; Basso, L. 1986. *Cerdos para carne*. Buenos Aires, Hemisferio Sur. cap. 4, pp. 65-93.
68. Warnants, N.; Van Oeckel, M. J. 1996. Incorporation of dietary polyunsaturated fatty acids in pork tissues and its implications for the quality of the end products. *Meat Science*. 44 :125 – 144.
69. _____.; _____.; Boucqué, C. V. 1999. Incorporation of dietary polyunsaturated fatty acid into pork fatty tissues. *Journal of Animal Science*. 77: 2478 – 2490.
70. Warriss, P. D. 2010. *Meat science*. 2nd. ed. Cambridge, Cambridge University. 233 p.
71. Wood, J. D.; Enser M.; Fisher, A. V.; Nute, G. R.; Richardson, R. I.; Sheard, P. R. 1999. Manipulating meat quality and composition. *Proceedings of the Nutrition Society*. 58(2): 363–370.
72. _____.; Richardson, R. I.; Nute, G. R.; Fisher, A. V.; Campo, M. M.; Kasapidou, E.; Sheard, P. R.; Enser M. 2003. Effects of fatty acids on meat quality; a review. *Meat Science* 66(1): 21–32.
73. Xu, G.; Baidoo, S. K.; Johnston, L.; Bibus, D.; Cannon, J. E.; Shurson, G. C. 2010. Effects of feeding diets containing increasing content of corn distillers dried grains with soluble to grower-finisher pigs on growth performance, carcass composition and pork fatty quality. *Journal of Animal Science*. 88: 1398-1410.

9. ANEXOS

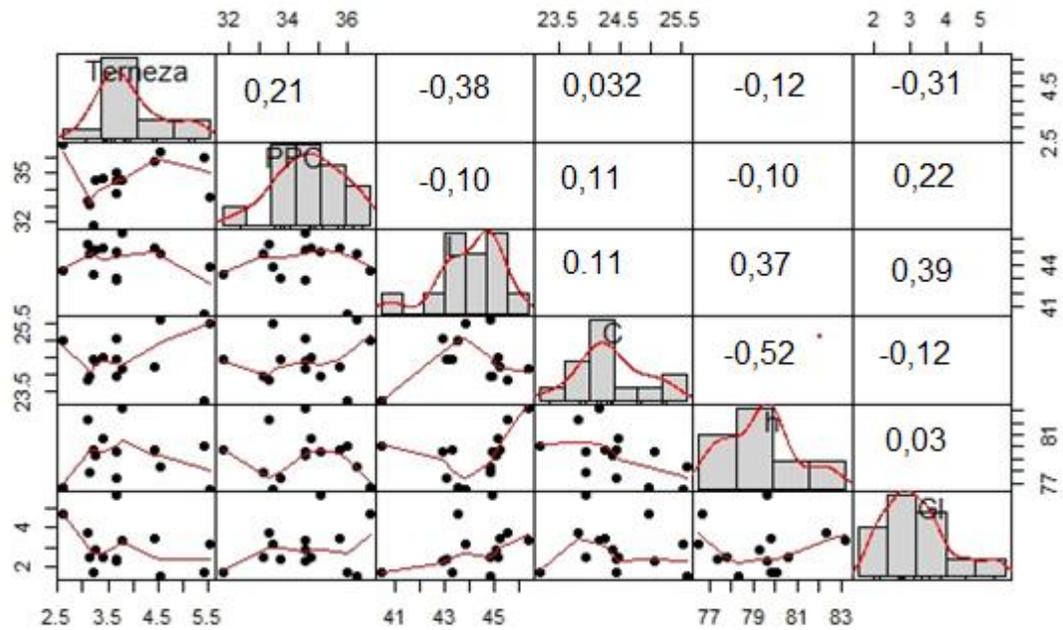
Correlación parámetros de la canal para E1.



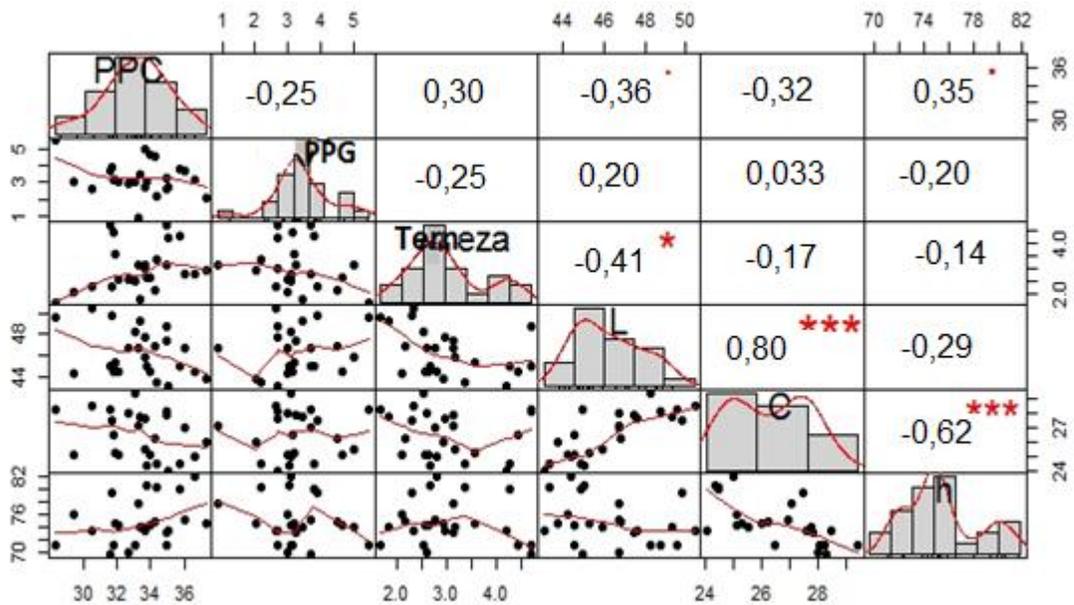
Correlación parámetros de la canal para E2.



Correlación parámetros de la carne para E1.



Correlación parámetros de la carne para E2.



Perfil lipídico, muestras de grasa Ensayo 1

Trat	14_0	16_0	16_1	17_0	17_1	18_0	18:1n9	18:2n6	20_0	20:1n9	18.3n3	20.2 n6
Tost	0,86	20,51	0,67	0,48	0,24	15,11	32,52	25,00	0,31	0,56	1,50	0,83
Tost	0,63	23,44	1,15	0,33	0,26	9,11	42,55	20,22		0,27	1,32	0,36
Tost	0,96	20,11	0,95	0,40	0,29	11,53	39,63	20,22	0,22	0,91	1,66	1,09
Tost	0,72	17,32	0,91	0,66	0,51	10,98	40,62	21,95	0,18	0,63	1,75	0,95
Cru	0,92	20,04	0,75	0,30	0,16	11,57	39,97	22,42	0,17	0,54	1,71	0,88
Cru	0,76	21,48	0,97	0,30	0,18	9,20	40,04	23,81		0,34	1,74	0,55
Cru	1,13	22,81	1,01	0,25	0,15	9,78	40,29	22,06		0,30	1,50	0,45
Cru	0,52	20,04	0,92	0,41	0,29	9,78	42,47	22,27		0,37	1,59	0,57
Coc	0,95	20,55	1,07	0,28	0,21	12,40	41,75	17,36	0,23	0,86	1,50	0,89
Coc	0,90	20,68	1,07	0,26	0,19	11,97	40,29	18,87	0,19	0,79	1,63	0,95
Coc	0,83	21,01	0,79	0,36	0,26	15,39	41,54	14,73	0,25	0,86	1,30	0,85
HS	0,96	22,00	1,15	0,34	0,26	13,65	44,23	13,14	0,25	0,93	0,70	0,70
HS	0,87	22,89	1,07	0,29	0,19	8,58	42,02	21,59		0,24	1,52	0,37
HS	1,36	27,19	1,34	0,54	0,46	12,65	43,12	10,46	0,21	1,02	0,46	0,57