

**EFFECTO DEL SEXO SOBRE LA CALIDAD DE LA CARNE PORCINA EN ETAPA  
DE TERMINACIÓN**

**César Federico, Guzmán.**

Trabajo de Tesis para ser presentado como requisito parcial para optar al título de

**MAGÍSTER SCIENTIAE en PRODUCCIÓN ANIMAL**

Área de Nutrición Animal y Calidad de Carne

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS AGRARIAS

**Unidad Integrada Balcarce:  
Facultad de Ciencias Agrarias  
Universidad Nacional de Mar del Plata  
Estación Experimental Agropecuaria Balcarce, INTA**

**Balcarce, Argentina**

**Diciembre de 2018**

**EFFECTO DEL SEXO SOBRE LA CALIDAD DE LA CARNE PORCINA EN ETAPA  
DE TERMINACIÓN**

**César Federico, GUZMÁN.**

**Comité asesor:**

.....

Ing. Agr. Enrique Pavan, M.Sc., Ph. D.

**Director de Tesis**

.....

Lic. C y T Alimentos. Laura Beatriz Pouzo, Dra.

**Co-director de tesis**

**EFFECTO DEL SEXO SOBRE LA CALIDAD DE LA CARNE PORCINA EN ETAPA  
DE TERMINACIÓN.**

**César Federico, GUZMÁN.**

**Aprobado por:**

.....  
Lic. Cs. Qcas. Alejandra Picallo M.Sc.

.....  
Bioq., Darío G. Pighín, Dr.

.....  
M.V. Raúl Franco. M.Sc.

## DEDICATORIA

En el transcurso de esta etapa viví un sinfín de emociones. Tanto muy buenas, como no tanto. Este camino fue acompañado por un número de personas que sería poco una carilla para nombrarlos.

Voy hacer 2 párrafos, el primero, una especial dedicatoria a mi familia. Mis viejos, que siempre son mi guía y mi compañía. Mis hermanas que no tengo palabras para con ellas, necesitaría mil tesis para agradecerles y dedicárselas para equilibrar lo que hacen por mí. Mis sobrinos que son mis seres en el mundo. A mi cuñado y amigo. Abuelos, tíos y primos que siempre han estado cerca de mí. A mis ahijados, Katy, Jose y el que ya sale, Agus. En este mismo párrafo, a mis amigos y hermanos de mi vida que han estado, hoy están y siempre estarán en mi camino. En especial a tucho, que tantas veces viajamos desde Rauch a Balcarce juntos y Maty que me abrió la puerta de su casa en más de un centenar de veces.

Un párrafo aparte para dedicarles y agradecerles a mis amigos, “los chicos del casino”. ¡Compartimos un camino difícil, que de verdad sin ellos no me lo imagino como hubiese sido, la genia de Sil, y los chicos! El fran, pochi, colo, Joaco, maty, maurito, toni, Franco, pacho, leo, juan, Claudito, ale, Pablito y alguno me olvidar. Mi familia cacinera y los chicos del INTA Balcarce a ellos también se la dedico.

## AGRADECIMIENTOS

El agradecimiento lo voy a realizar en orden cronológico y no obviamente en orden de importancia, pudiendo pecar en este momento de olvidarme de varias personas.

En primer lugar a mi director y co director de beca Sebas Maresca y Oscar Bravo. Por haber tenido confianza en elegirme para la beca y haberme acompañado en el trayecto de formación. Sumado a todos los chicos de la Cuenca que han sido parte de esto. En especial a Ale Rodriguez que a lo largo de los años se transformó en un gran amigo y referente en mi formación. A mari Dualde por las innumerables veces que me dio más que una mano. En resumen a todo el grupo de Rauch y gran parte de los chicos de la cuenca.

En segundo lugar a mi director de tesis Enrique Paván, quien ha marcado fuertemente mi manera de trabajar, y me incorporo a su gran equipo de trabajo. A quienes agradezco profundamente, ya que desde el primer día me hicieron sentir parte de ellos. Lau, Mari, Mirtu, Carlitos, Sole, Sofi y todos los que formamos parte del grupo, de esos viajes a frigorífico y cientos de historias.

Un párrafo especial para mi co directora Laurita Pouzo, desde el inicio al fin me acompañó, me ayudo, me formo y me hizo querer tanto a esta temática. Con su paciencia, sabiduría y juventud logramos, junto a mi director, un cierre fantástico de trabajo de maestría, pero un inicio de una amistad y un sinfín de trabajos futuros.

Por último y no hacerlo más extenso a el posgrado, la facultad de agronomía y las distintas instituciones que tuvieron que ver en este proceso formativo.

MUCHAS GRACIAS!!!!!!!

## ÍNDICE

ÍNDICE .....	VI
ÍNDICE DE TABLAS .....	VIII
INDICE DE FIGURAS .....	IX
RESUMEN.....	X
ABSTRACT .....	XI
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Hipótesis .....	5
1.2. Objetivo general .....	6
1.3. Objetivos específicos.....	6
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	7
2.1. Producción de carne porcina .....	7
2.1.1 Consumo y comercialización de carne porcina.....	7
2.1.2 Tipificación y comercialización de cerdos en Argentina, peso de faena y rendimiento de canal .....	8
2.2 Calidad de carne .....	9
2.2.1 La carne y parámetros de calidad .....	9
2.3 Aspectos productivos y de calidad de carne .....	14
2.3.1 Implicancia de la nutrición animal.....	14
2.3.2 Implicancia de la edad y peso de faena .....	16
2.3.3 Implicancia de la genética .....	18
2.3.4 Implicancia del sexo.....	19
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
3.1 Ensayo a campo.....	21
3.2 Faena y toma de muestra.....	21
3.3 Parámetros fisicoquímicos analizados.....	22
3.3.1 Espesor de grasa dorsal (EGD) y área de ojo de bife (AOB).....	22
3.3.2. Análisis proximal: materia seca (MS) y extracto etéreo (EE) .....	22
3.3.3. Marmóreo y color visual .....	22
3.3.4. Área ojo de bife .....	23
3.3.5 Color del músculo <i>Longissimus dorsi</i> y de la grasa subcutánea..	23
3.3.6 Pérdidas por descongelación (PPD %)......	24
3.3.7 Resistencia al corte (RC) y Pérdidas por cocción (PPC %) .....	24
3.3.8 Longitud de sarcómero (LS).....	24

3.3.9 Perfil de ácidos grasos .....	25
3.3.10 Análisis sensorial.....	25
3.4 Análisis estadístico.....	26
4. RESULTADOS .....	28
4.1 Rendimiento de canal y características de <i>Longissimus dorsi</i> .....	28
4.2 Color de la carne y de la grasa.....	29
4.3 Parámetros fisicoquímicos de músculo <i>Longissimus</i> .....	29
4.3.1 Resistencia al corte (RC) y Largo de sarcómero (LS).....	29
4.3.2 Marmóreo y contenido de grasa intramuscular (GIM).....	29
4.3.3 Pérdidas por descongelación y cocción del músculo <i>Longissimus</i> .....	30
4.4 Perfil de ácidos grasos. ....	31
4.5 Correlación entre variables físico-químicas. ....	32
4.6 Análisis de correlación entre las principales variables y los parámetros sensoriales.....	35
5. DISCUSIÓN.....	37
6. CONCLUSIONES .....	43
7. BIBLIOGRAFÍA.....	44

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Composición de la dieta para etapa de terminación de Capones.....	- 21 -
Tabla 2. Características de la canal de capones de las categorías y del músculo <i>Longissimus dorsi</i> machos castrados (MC) y hembras (H). .....	- 28 -
Tabla 3. Parámetros colorimétricos del músculo <i>Longissimus dorsi</i> y de grasa dorsal de cerdos capones categoría macho castrado (MC) y hembra (H).. .....	- 29 -
Tabla 4. Resistencia al corte, largo de sarcómero, grado de marmóreo y contenido de grasa intramuscular del músculo <i>Longissimus dorsi</i> de machos castrados (MC) y hembras (H).....	- 30 -
Tabla 5. Proporción de ácidos grasos del músculo <i>Longissimus dorsi</i> de capones de las categorías Machos castrados (MC) y Hembras (H) .....	- 31 -
Tabla 6. Media y error de los tratamientos medidos en capones macho castrado y hembras .....	- 32 -
Tabla 7. Coeficiente de correlación de Pearson entre variables de calidad de carne.....	-34-
Tabla 8. Media y error estándar de los tratamientos medidos en capones macho castrado y hembras.....	- 35 -
Tabla 9. Coeficiente de correlación de Pearson entre las principales variables físico-químicas y los parámetros sensoriales. ....	-36-

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. pH del músculo *Longissimus dorsi* a los 45 min y 24 h *pos-mortem* de cerdos capones categoría macho castrado (MC) y hembra (H). Las barras error indican el error estándar de las medias.....28

Figura 2. Pérdidas por congelación-descongelación y por cocción del músculo *Longissimus* de capones de las categorías machos castrados (MC) y hembras (H). Letras diferentes dentro de la misma categoría, significan diferencias significativas  $P < 0,05$ . Las barras error indican el error estándar de las medias.....30

## RESUMEN

La carne porcina en el mercado argentino se la comercializa como una única categoría denominada capón; categoría sin distinción de sexo. Sin embargo existen algunas evidencias que indicarían la posibilidad de segregación por sexo según la calidad de la carne obtenida. Se propuso como objetivo determinar el impacto que ejerce el sexo sobre calidad de carcasa y calidad de carne, en las categorías machos castrados (MC) y hembras (H) de un híbrido porcino de genética Degesa (Landrace 75% x Yorkshire 25%). A su vez, se buscó determinar en qué magnitud las variaciones fisicoquímicas explicarían las variaciones en atributos en calidad sensorial percibidas por panel de jueces entrenados. Se utilizaron un total de 8 MC y 8 H, que fueron criados desde los  $50 \pm 3$  kg de peso vivo, hasta alcanzar el peso de faena de  $125 \pm 5$  kg (24 semanas de edad), alimentados bajo una misma dieta y en un mismo corral. Se tomó peso pre-faena y peso de canal post faena. Sobre la media canal derecha se determinó el pH a los 45 minutos *pos-mortem* y pH final (24 h *pos-mortem*). A las 24 h *pos-mortem* se tomaron muestras del músculo *Longissimus dorsi* (LD) entre las costillas 9-13 de la media canal derecha, para la determinación de los diferentes parámetros fisicoquímicos de interés. No se observaron diferencias ( $P > 0,05$ ) entre sexos para peso de la canal, rendimiento de canal, área de ojo de bife, color (parámetros  $L^*$ ,  $a^*$ , y  $b^*$ ) de la grasa subcutánea, resistencia al corte y largo de sarcómero. Tanto el espesor de grasa dorsal ( $P < 0,001$ ), pH final ( $P = 0,03$ ), capacidad de retención de agua ( $P = 0,04$ ) y marmóreo ( $P = 0,04$ ) del músculo LD fue superior en MC que en H. A su vez, el músculo LD de MC mostro una tendencia ( $P = 0,07$ ) a mayores valores de pH 45 que H. El contenido de grasa intramuscular (GIM) de MC fue 30% superior ( $P=0,02$ ) al de H, mientras que MC obtuvo una menor luminosidad en el color de LD (menor valor  $L^*$ ;  $P = 0,04$ ). La proporción (g/100 g ácidos grasos) de ácidos grasos saturados totales, C16:0, C18:0 y la relación de ácido grasos poliinsaturados n-6: n-3 fue superior en LD de MC que en H ( $P \leq 0,05$ ). Se observó una asociación positiva entre variables asociadas al contenido de grasa (Marmóreo y GIM) con parámetros sensoriales de color y aroma. Mientras que dichos parámetros fisicoquímicos mostraron una asociación negativa para ciertos atributos de textura. Podemos concluir que existen diferencias en la calidad fisicoquímica de la carne porcina asociadas al sexo en el híbrido estudiado. Dichas diferencias permitirían explicar en parte las variaciones observadas previamente en panel sensorial entrenado.

Palabras Clave: *Carne, Cerdos, Calidad, Sexo*

## ABSTRACT

In the Argentinean market, pork is been commercialized as a unique category, i.e. “Capon”, with no classification for the sex of the animal within this category. However, different evidences suggest that it would be possible to segregate by meat quality based on animal sex. The aim of present study was to determinate the impact of sex (castrated males and females) from a genetic swine hybrid Degesa (Landrace 75% x Yorkshire 25%) on carcass characteristics and meat quality parameters. Physicochemical parameters of meat quality were determined to explain the variability on meat quality sensory attributes. Eight castrated males (CM) and eight entire females (F) reared from  $50 \pm 3$  kg of live weight (LW) to slaughter ( $125 \pm 5$  kg LW; 24 weeks of age) on the same pen and with the same diet were used in the present study. At slaughter, pre-slaughter and carcass weights were recorded. *Lonsiggimus* muscle pH was recorded at 45 minutes and 24 hours post-mortem (pH45 and pH24). *Longissimus dorsi* (LD) muscle samples were taken at 24 h post-mortem from the 9<sup>th</sup> to the 13<sup>th</sup> rib for physiochemical determinations. No differences ( $P > 0.05$ ) were observed between sexes for carcass weight, carcass yield, ribeye area, subcutaneous fat color ( $L^*$ ,  $a^*$ , and  $b^*$  parameters), meat shear-force or sarcomere length. However, the fat thickness was higher ( $P < 0.001$ ) and pH45 tended to be higher ( $P = 0.07$ ) in CM than F. Longissimus muscle pH24 ( $P = 0.03$ ), water holding capacity ( $P = 0.04$ ), marbling score ( $P = 0.04$ ) and intramuscular fat content ( $P = 0.02$ ) were higher in MC than in F. In contrast, *longissimus* muscle  $L^*$  value was lower ( $P = 0.04$ ) in CM than in F. Content of total saturated fatty acids, C16:0 and C18:0 in LD (g / 100 g fresh tissue) was higher ( $P \leq 0.04$ ) and the poli-unsaturated fatty acids n-6: n-3 ratio lower ( $P \leq 0.03$ ) in CM than in F. Finally, a positive association was observed between muscle fat variables and sensory parameters of color and aroma and a negative association was found for certain texture parameters. It can be conclude that, in the Degesa hybrid (Landrace x Yorshire), part of the variability observed in meat physical-chemical characteristics can be associated with sex differences. These differences in physical-chemical characteristics between sexes would partially explain sex differences observed in a sensory panel evaluation..

Key Words: *Meat, Pigs, Quality, Sex.*

## 1. INTRODUCCIÓN

La carne porcina representa la carne roja de mayor consumo mundial, cuya demanda en las últimas décadas ha experimentado un fuerte incremento (OECD/FAO, 2017). Argentina produce en la actualidad 566.276 tn de res de cerdo con hueso (Agroindustria, 2018), destinada principalmente a consumo como carne fresca. En los últimos años, se ha incrementado notablemente la producción y consumo de carne de cerdo, llegando a los 14 Kg/Hab/año de carne fresca en 2017 (Agroindustria, 2018). Para lograr el posicionamiento de la carne porcina tanto en el mercado externo como doméstico y así lograr una mayor competitividad de este sector, Argentina debe enfocarse no sólo en el incremento del nivel de producción sino también en los aspectos que hacen a la calidad del producto.

El sistema actual de tipificación de las carnes porcinas en Argentina tiene como principales criterios de calidad el contenido de músculo o la proporción de tejido magro y el rendimiento de la canal (canal/res) (Resolución S.A.G. y P. Nº 57/95). La tipificación "por magro" se aplica únicamente en la categoría " capones " cuyas reses pesan entre 80 y 125 kg en el palco de clasificación y tipificación del frigorífico, independientemente del sexo de los animales. Esto se diferencia con respecto al sistema de tipificación utilizado en carne vacuna, donde el sexo representa un importante componente de clasificación por calidad, que impacta directamente en el precio de venta (Agroindustria 2018).

Si bien la calidad es un término complejo, puede definirse como una combinación de medidas subjetivas y objetivas que varían según el mercado que se considere (Naumann, 1965; Maza y Ramírez, 2004). La calidad de la carne porcina producida es un componente fundamental a la hora de su compra (Koohmaraie., *et al.*, 2006; Jaturasitha *et al.*, 2006). Los principales atributos sensoriales que la definen son la terneza, color, la jugosidad, el sabor y el aroma de la carne (Wood, 1990; Auqui Silvera, 2014). En este sentido, la evaluación sensorial juega un rol preponderante para el análisis y evaluación de dichos atributos. El análisis sensorial es una de las bases fundamentales de un sistema de aseguramiento de la calidad (Jaturasitha *et al.*, 2006; Auqui Silvera, 2014). Las pruebas sensoriales constituyen una de las principales herramientas a la hora de valorar las características sensoriales, donde el humano es quien constituye el instrumento de medición quien evalúa la calidad a través de la percepción con los sentidos Anzaldúa-Morales (1994). El análisis sensorial ha sido definido décadas atrás como un método científico utilizado para evocar, medir, analizar e interpretar las respuestas a los productos, percibidas a

través de los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y escucha (Zuluaga Arroyave, 2017).

La calidad de la carne es definida como el grado de excelencia que incluye factores como el sabor, apariencia, calidad nutricional y mantenimiento de la calidad microbiológica (Singham, Birwal, Yadav, 2015), por ende, tanto el análisis sensorial como la evaluación objetiva mediante pruebas fisicoquímicas y microbiológicas, son complementarias y fundamentales en la industria para llevar a cabo el monitoreo continuo y así garantizar que sean productos inocuos y cumplan con las características exigidas por los consumidores, siendo así métodos de evaluación complementarios (Zuluaga Arroyave, 2017). La calidad sensorial de la carne puede ser afectada por parámetros tanto intrínsecos como extrínsecos de los animales. Dentro de los intrínsecos pueden incluirse la raza, el peso de faena, el sexo (Gispert *et al* 2010; Trefan *et al.*, 2013). Los parámetros extrínsecos incluyen la dieta y formas de alimentación, y el sistema de cría, entre otros (Cisneros *et al.*, 1996; Medel, *et al.*, 2001).

Diversos estudios han observado que los índices productivos y la calidad de la carne porcina producida sería altamente dependiente del sexo, la castración y tipo de castración de los animales (D`Souza *et al.*, 2002; Piao *et al.*, 2004; Gilsper *et al.*, 2010; Caldara *et al.*, 2013). Sin embargo, los resultados de los estudios realizados hasta el momento no han arribado a resultados concluyentes. Un meta análisis realizado por Trefan *et al.* (2013) revela que el impacto del sexo sobre parámetros productivos y la calidad de la carne producida estaría fuertemente influenciado por el tipo de raza y/o híbrido a utilizar.

En diversas líneas genéticas de cerdos, los machos castrados (MC) tienden a llegar en forma más acelerada al peso final, debido entre otras cuestiones, al mayor consumo de alimento a pesar de tener igual o menores índices de conversión alimenticia (IC= consumo diario/ganancia diaria de peso), en comparación con las hembras. En diversas líneas genéticas de cerdos, los machos castrados (MC) tienden a llegar en forma más acelerada al peso final, debido entre otras cuestiones, al mayor consumo de alimento a pesar de tener igual o menores índices de conversión alimenticia (IC= consumo diario/ganancia diaria de peso), en comparación con las hembras. Esto se debería a la diferencia en la concentración de hormonas sexuales entre ambas categorías. Una menor concentración de hormonas sexuales en los machos castrados, en comparación con las hembras enteras, resultaría en que una mayor proporción de la energía consumida por MC se derive en mayor deposición grasa en detrimento de la síntesis de tejido muscular (Gispert *et al.*, 2010; Ganelang

*et al.*, 2014). De este modo, se producen grandes diferencias en favor de los MC, tanto a nivel productivo como de rendimiento al gancho (Gispert *et al.*, 2010). Así, una menor eficiencia alimenticia en MC se correspondería con mayores contenidos de GIM en comparación con H (Latorre *et al.*, 2003; Trefan 2013).

Tanto el color como la terneza constituyen dos de los principales parámetros de calidad de carne porcina. Ambos, son altamente dependientes de la concentración de grasa intramuscular (GIM) (Savell, y Cross., 1986; Jeleníková *et al.*, 2008; Jeong *et al.*, 2010). Es así que, mayores niveles de GIM estarían asociados con mayores valores de terneza y jugosidad en carne porcina (De Volts, 1988; Brewer *et al.*, 2001; Wood, 2003), donde dichos autores sugieren además un valor máximo de GIM del 4 %. Mayores niveles de GIM estarían asociados a una mayor aceptación del color de la carne debido al aspecto del veteado sobre el consumidor (Wood *et al.*, 2003).

El sexo, a su vez, sería influyente sobre el perfil de ácidos grasos de la carne. Es un factor de gran importancia debido a que no sólo impacta sobre parámetros organolépticos tales como el color, la terneza y el sabor de la carne, sino que también repercute sobre la salud humana, aspecto de gran preocupación entre los consumidores actuales (Jeong *et al.*, 2010). Es así que el exceso de consumo de ácidos grasos saturados (AGS) han sido relacionados con enfermedades coronarias, cáncer y diabetes tipo 2 (Wood y Enser, 2017). Diversos organismos, incluyendo a la OMS, recomiendan disminuir la concentración de AGS, y asegurar una relación de AGI/AGS de 0,4; además, obtener una dieta equilibrada de ácidos grasos poliinsaturados n6: n3 (AGPI n6\_n-3) de 4:1 (FAO 2010). En este sentido, en carne de MC se han observado perfiles de composición de AG con mayores concentraciones de ácidos grasos saturados y menores concentraciones de ácidos poliinsaturados en comparación con carne de H (Pugliese *et al.*, 2004). Esta diferencia en el perfil de ácidos grasos entre sexos se debería a la modificación en el metabolismo lipídico que ocurre en MC debido al efecto de la castración (Trefan, 2011).

Por otro lado, se ha observado que, debido a una mayor susceptibilidad al estrés, la velocidad de descenso del pH muscular en las H podría ser mayor al de los MC (D'Souza *et al.*, 2002; Lloveras *et al.*, 2010), con el consecuente impacto sobre la calidad de la carne producida. Esto se debería a la desnaturalización parcial de las proteínas musculares, como así también al acercamiento del pH al punto isoeléctrico de las proteínas que generaría una disminución acusada de la capacidad de retención de agua (Huff-Lonergan *et al.*, 2005). Esto conlleva a carnes con menor terneza, menor jugosidad, y mayor palidez (Larzul *et al.*, 1997); con el consecuente rechazo por parte de los consumidores.

Las diferencias entre MC y H en los diferentes parámetros productivos y de calidad cárnica, como se vio reflejado en los distintos trabajos de investigación (Cisnero *et al.*, 1996; D'Sousa *et al.*, 2002; Gispert *et al.*, 2010), son muy importantes y tienen al mismo tiempo, un fuerte componente genético (D'Sousa *et al.*, 2002; Trefan *et al.*, 2013). Es decir, el impacto del sexo sobre los parámetros de calidad de la carne producida, dependerá, en gran medida, de la raza o híbrido en cuestión.

Actualmente, no existe información disponible sobre el efecto del sexo (MC y H) en los parámetros de rendimiento y calidad cárnica producida para una de las principales genéticas de porcinos para carne utilizadas en el mercado Nacional. El híbrido de genética Degesa, Landrace (75%) x Yorkshire (25%), constituye una de las principales cruza comerciales de porcinos para carne producidas en Argentina. En la actualidad son escasos los trabajos en rendimiento y calidad de carne realizados sobre este híbrido.

En un trabajo realizado recientemente por Carini (com. Pers., 2016), donde se evaluó el impacto del sexo (MC y H) sobre la calidad sensorial de carne de este híbrido de los animales utilizados para el presente ensayo de tesis; se observaron preferencias diferenciales tanto en panel de consumidores como en panel entrenado entre ambos tipos de carnes. Así, alrededor del 67 % de los consumidores no entrenados prefirieron carne proveniente de MC por sobre H en lo que corresponde a aceptación global; en tanto que, en el panel entrenado, realizaron un análisis descriptivo cuantitativo y se observó una mayor puntuación en características de color, intensidad y persistencia en el aroma, dureza, fibrosidad y untuosidad en favor de los MC sobre las Hembras.

Una diferenciación por sexo en la tipificación de la carne del híbrido de genética Degesa (Landrace (75%) x Yorkshire (25%)) permitiría realizar una segregación por categoría, orientando a la producción hacia el tipo de reses que el mercado exige. De esta manera se lograría una recompensa a las reses de mayor calidad, con el consiguiente aumento en la rentabilidad y competitividad del producto. Además de poder segregar por calidad para incrementar el valor de cada producto.

A partir de lo expuesto, sumado a la falta de estudios en poblaciones de cerdos en el mercado local, se realizó un ensayo para evaluar el efecto del sexo en porcinos provenientes del híbrido de genética Degesa, Landrace (75%) x Yorkshire (25%); en distintos parámetros de calidad de canal y de carne.

En base a los antecedentes se plantearon las siguientes hipótesis de estudio

### **1.1 Hipótesis**

- A. Existen diferencias en calidad de canal entre machos castrados y hembras del híbrido Landrace x Yorkshire en términos de peso pre faena y peso de canal.
  
- B. Existen diferencias en la calidad de la carne producida entre machos castrados y hembras del híbrido Landrace x Yorkshire en términos de: Color, resistencia al corte, capacidad de retención de agua (CRA), marmóreo, contenido de grasa intramuscular y perfil de ácidos grasos.
  
- C. Las diferencias en el color estarían explicadas por
  - a. Diferencias en pH 45 y final en la carne
  - b. Diferencias en grado de marmóreo y % GIM
  - c. Diferencias en la CRA.
  
- D. Las diferencias en la resistencia al corte estarían explicadas por
  - a. Diferencias en el contenido de grasa intramuscular
  - b. Diferencias en la capacidad de retención de agua
  - c. pH 45 y pH final
  
- E. Las diferencias de sabor y jugosidad detectadas previamente en panel sensorial (Panel entrenado; Carini, 2016) estarían explicadas por:
  - a. Diferencias en el contenido de grasa intramuscular
  - b. Diferencias en el perfil de ácidos grasos
  - c. Diferencia en la CRA

### **1.2 Objetivo general:**

Determinar el impacto que ejerce el sexo sobre parámetros de calidad de canal y calidad de carne producida en las categorías hembras y machos castrados de un híbrido porcino Landrace x Yorkshire.

### **1.3 Objetivos específicos:**

- Evaluar el efecto del sexo en un híbrido porcino Landrace x Yorkshire sobre parámetros de calidad de canal en:
  - Peso Pre Faena
  - Peso canal
  - Rendimiento de carcasa
  - Espesor de grasa dorsal
  - Área ojo de bife
  
- Evaluar el efecto del sexo en un híbrido porcino Landrace x Yorkshire sobre parámetros de calidad de la carne en términos de:
  - Color
  - Resistencia al corte
  - Marmóreo y contenido de GIM
  - Perfil de ácidos grasos
  - CRA (capacidad de retención de agua)
  
- Interpretar resultados de calidad sensorial observados previamente (Panel entrenado; Carini, 2016) con resultados instrumentales de laboratorio.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Producción de carne porcina

#### 2.1.1 Consumo y comercialización de carne porcina

Debido a su aporte de proteínas de elevado valor biológico, vitaminas, minerales y micronutrientes esenciales para el crecimiento y desarrollo humano, la carne constituye un componente único en la dieta humana (OECD/FAO, 2017).

La carne porcina constituye la carne roja de mayor consumo a nivel mundial con alrededor 116 millones, seguidas por la carne vacuna con alrededor de 68 millones de toneladas (tn) (Miazzo y Pisani Claro, 2015; OECD/FAO, 2017).

La producción mundial de carne de cerdo oscila en 114.000 millones de tn y muestra una tendencia creciente, proyectándose un crecimiento 1,1% anual para los próximos años. Más del 85 % del total de la carne producida se concentra en 5 países: China, quien lidera la producción con más del 50 %, seguido por la Unión Europea, con un 20 %, Estados Unidos aproximadamente un 10 %, Brasil y Rusia (OECD/FAO, 2017).

En términos de consumo per capita el principal país consumidor es Hong Kong, con más de 74 kilogramos anuales per cápita para el año 2013. Estados Unidos, Belarús, China y Taiwán continúan con 40 kilogramos anuales. Se destacan también Suiza y Corea del Sur, con 32 kilogramos per cápita anuales cada uno (OECD, 2017).

A diferencia de lo que ocurre a nivel mundial, tradicionalmente, la producción y el consumo de carne de cerdo en Argentina se ha encontrado muy por debajo del consumo de carne bovina y aviar, principalmente asociado a cuestiones culturales y gran oferta de ambas producciones (bovino y aviar) (Pavan *et al.*, 2017).

En la actualidad la Argentina faena alrededor de 6 millones de cabezas porcinas al año y produce 560 mil tn de res con hueso (Agroindustria, 2018). El consumo de carne porcina alcanza los 14 kg/hab/año de carne fresca, marcando un ritmo de crecimiento de casi el 10 % en los últimos años, debido entre otras cosas a esfuerzos de promoción del sector industrial y oficial (Agroindustria, 2018).

A nivel productivo, esta actividad cuenta con numerosas ventajas intrínsecas, como son la disponibilidad de cereales y oleaginosas, que conforman la base de la alimentación y el insumo principal en el costo de producción (alrededor del 70 %), un clima favorable y un excelente estatus sanitarios, entre otras cosas (A.A.P.P. 2015).

Tanto el impulso político como las condiciones favorables para la producción porcina que se están propiciando en la actualidad hacen pensar en la posibilidad de

inserción e incluso posicionamiento del sector cárnico porcino argentino, tanto en el mercado local como internacional, con las ventajas en el desarrollo que eso conllevaría a nivel país.

### **2.1.2 Tipificación y comercialización de cerdos en Argentina, Peso de faena y rendimiento de la canal**

El significado de la tipificación es el de adoptar un conjunto de normas de calidad mediante un método confiable y definido que permita estimarla, esta misma permite segregar calidades o cualidades para poder comercializar en función de esto. Lo que para uno es de baja calidad para otro puede ser de alta (Polkinghorne y Thompson, 2010). Para lograrlo hace falta definir o darle un sentido al término "calidad", más aún cuando hablamos de productos de origen biológico. En el mercado actual de carnes porcinas la tipificación se realiza de tres maneras, por rendimiento al gancho, animal en pie y la última en implementarse (a partir del 17 de agosto de 1995), y que se utiliza como principal criterio de calidad, es el contenido de músculo o la proporción de tejido magro (Resolución S.A.G y P. N° 57/95) (Agroindustria 2018). En este aspecto hay una coincidencia entre los distintos sectores. El consumidor exige carne magra, con menos calorías y colesterol; el industrial busca mayor proporción de músculo y menor proporción de grasa por cada kilo pagado de carne de cerdo; mientras que el productor requiere mejorar la eficiencia de conversión incrementando la relación músculo: grasa de las reses.

En la actualidad se faena cerca de la mitad de los cerdos en frigoríficos que tipifican por magro. Desde la implementación del sistema de tipificación por magro (1995) las reses han pasado a rendir desde un 41 % en 1995 a más del 48 % de magro en 2013. Esta tipificación se aplica únicamente en las categorías "cachorros, capones y hembras sin servicio" cuyas reses pesan entre 70 y 125 kg en el palco de clasificación y tipificación del frigorífico. Según la información de Ex ONCCA, alrededor de un 50% de la faena se comercializa con tipificación por magro (Agroindustria 2018).

A diferencia del sector porcino, en el sector bovino, el sexo y la edad juegan un papel preponderante en la tipificación del ganado; debido a que ambos factores influyen en el crecimiento del animal, el rendimiento, composición de la res y la calidad de carne (Bavera, 2005). Sin embargo, en el sector porcino, la industria no segrega por sexos como se mencionó anteriormente. Debido a las diferencias, tanto en calidad de carne como en parámetros productivos ligados al sexo, encontradas

para diversas razas o híbridos utilizados en mercado (Esteves *et al.*, 1985; Trefan 2011), se debería considerar la posibilidad de evaluar la segregación por sexo de las razas porcinas utilizadas en nuestro país. Esto generaría una herramienta de diferenciación para el mercado de carne porcina en la Argentina y un agregado de valor a la misma.

## **2.2 Calidad de carne**

### **2.2.1 La carne y parámetros de calidad**

La carne constituye la parte comestible de los músculos de los bovinos, ovinos, porcinos y caprinos declarados aptos para la alimentación humana por la inspección veterinaria oficial antes y después de la faena (C.A.A, 2017). La composición química promedio del tejido muscular del cerdo está constituido por aproximadamente 73% de agua, 20 a 24% de proteínas y de 1 a 6% de lípidos (Lawrie y Ledward2006).

La calidad de la carne puede definirse como el conjunto de características logradas durante la producción y el procesamiento que permiten brindar al comprador un producto diferenciado a fin de que pueda escoger el que llene sus expectativas. Existen diversas categorías asociadas a la calidad de la carne: el valor nutritivo (composición química), la seguridad (ausencia de contaminantes) y satisfacción al consumirla (mediante los sentidos) (Wood, 1990), sumadas a estas, la calidad ética y la calidad funcional como clasificación de calidad reciente (IPCVA, 2017). La calidad sensorial de la carne puede ser afectada por parámetros tanto intrínsecos como extrínsecos de los animales. Dentro de los intrínsecos pueden incluirse la raza, peso de faena, el sexo y tipo de castración (Gispert *et al* 2010; Trefan *et al.*, 2013). Los extrínsecos incluyen la dieta y formas de alimentación, sistema de cría, entre otros (Cisneros, *et al.*, 1996; Medel, *et al.*, 2001).

En general, independientemente del valor nutricional y la seguridad (inocuidad) del producto, cuando se hace referencia a la calidad de la carne de cerdo, se tienen en cuenta variables de calidad composicional (coeficiente magro-graso, perfil de ácidos grasos), factores sensoriales como terneza, color, jugosidad, sabor, aroma de la carne y la vida útil de la misma (Koochmaraiie., *et al.*, 2006; Carduza *et al.*, 2014; OECD/FAO, 2017).

La calidad sensorial de la carne fresca se encuentra íntimamente relacionada con diferentes parámetros físico-químicos, entre los que se encuentran el pH, el contenido de grasa intramuscular, contenido acuoso, tipo de fibra, etc., parámetros altamente

dependientes de distintos aspectos productivos (sexo, edad, raza, alimentación) y de la manipulación post-mortem (Honikel, 1993).

El pH de la carne, su tasa de descenso y el pH de equilibrio alcanzado a las 24 hs pos-mortem en el músculo, constituye uno de los factores determinantes de la calidad de la carne (Jeleníková *et al.*, 2008). La disminución del pH post-mortem en el músculo se encuentra determinada entre otras variables por el potencial glicolítico dentro del músculo. El estado fisiológico del animal, el nivel de estrés ante-mortem, la temperatura corporal, entre otras (Jeleníková *et al.*, 2008), influyen directamente sobre el pH 24 del músculo.

Según Offer (1991), la obtención de pH inferior a 6 dentro de los primeros 45 minutos pos-mortem generaría carnes defectuosas del tipo PSE (pálidas, blandas y exudativas) en cerdos. Éste constituye uno de los principales problemas encontrados en carne de esta especie. La disminución acusada de pH sería la responsable de la desnaturalización de las proteínas miofibrilares, con la consecuente disminución de la capacidad de retención de agua en este tipo de carnes (Kauffman *et al.*, 1993). Por otra parte, hay estudios (Stecchini *et al.*, 1990) que relacionan las carnes PSE con la presencia de una mayor proporción de fibras IIA y IIB, de mayor actividad glicolítica. La presencia de este tipo de fibras en el músculo sería responsable en parte, de una mayor coloración clara en carne de cerdos (Sañudo *et al.*, 2004; Lefaucheur. 2010; Okrouhla *et al.*, 2014). Además, se ha observado (Offer, 1991; Boler *et al.*, 2010) una fuerte asociación negativa entre el pH a los 24 hs post-mortem y la obtención de carnes tipo PSE en cerdos criados bajo un sistema intensivo. En contraposición a las carnes PSE, un pH 24 hs superior a 6,0 en las primeras 24 hs post-mortem, podría generar carnes defectuosas tipo DFD (oscura, firme y seca) (Fisher *et al.* 1980; Fisher *et al.*, 2000; Warris 2000). La dureza encontrada en este tipo de carnes, se debería en parte, a la inhibición ocurrida en las enzimas proteolíticas post-mortem (Watanabe y Devine, 1996).

El músculo se encuentra compuesto aproximadamente por agua en sus tres cuartas partes, pudiendo variar con la edad, el sexo, el tamaño del animal, y el contenido graso entre otras (Dikeman y Devine, 2014). Un porcentaje de la misma es expulsada o perdida en los procesos de elaboración de la carne. La magnitud de esto último es dependiente de diversos factores, uno de ellos es la capacidad de retener agua del músculo (CRA). Esta propiedad es la capacidad que tienen las proteínas musculares de retener el agua propia o agregada durante el almacenamiento y procesos de elaboración (Zhang *et al.*, 2005).

El mecanismo por el cual se modifica la CRA de la carne está influenciado tanto por el pH del tejido como por la cantidad de espacio en la célula muscular (Honikel *et al.*, 1998). Durante la conversión de músculo en carne, el ácido láctico se acumula en el tejido y se reduce el pH de la carne. A medida que el pH ha se acerca al punto isoeléctrico (pI) de las principales proteínas, especialmente la miosina (pI = 5.4) se produce un fenómeno que genera una reducción del espacio entre las miofibrillas, permitiendo que esas estructuras se unan estrechamente. El resultado final de este proceso es la reducción de espacio dentro de la miofibrilla, y pérdida de agua de la misma (Abril *et al.*, 2001; Huff-Lonergan, *et al.*, 2005). La CRA es fundamental en el análisis de calidad de carne, debido a que está estrechamente relacionada con la ternura, jugosidad y la imagen del producto (Offer *et al.*, 1989; Bertram *et al.*, 2001).

Son diversos los factores que pueden modificar la CRA de la carne, entre los que se pueden mencionar la especie, raza, sexo, edad, sistema productivo, así como el manejo ante-mortem de los animales y el sistema de insensibilización utilizado. Así, el empleo de cámara de CO<sub>2</sub> genera carne con mayor CRA comparado al shock eléctrico, asociado principalmente a cuestiones de estrés de los animales sometidos a esta última tecnología.

La apariencia de los productos cárnicos es un factor por el cual los consumidores juzgan su aceptabilidad. Los consumidores seleccionan inicialmente las piezas de carne por el contenido de grasa, el color y la apariencia general (Commission Internationale d'Eclairage. CIE, 1978). El color, es el primer parámetro y muchas veces el único que tiene el consumidor al momento de la compra (Carduza *et al.*, 2014). Este atributo depende de factores tales como la glicolisis post-mortem, el contenido de grasa intramuscular, el descenso de pH de la carne post-mortem, tipo de fibra muscular (Galiotta, *et al.*, 2005). La concentración de mioglobina es, el factor principal que determina el color rojo de la carne (Lawrie, 2006). Asimismo, la concentración de mioglobina presente en el músculo depende del tipo de fibra músculo. El color de la carne también se encuentra influenciado por el estado químico en el cual se encuentra la mioglobina, desoximioglobina, oximioglobina y meta mioglobina (Galian, 2007). El tiempo de almacenamiento y las condiciones de comercialización influyen en la apariencia del color a través de los procesos de oxigenación y oxidación de la mioglobina (Honikel, 1998).

Sí bien la aceptación del color de la carne porcina se encuentra influenciada por factores geográficos, sociales y culturales de los consumidores (Resurrección, 2004), se ha encontrado (Brewer, M.S *et al.*, 1998; Moeller *et al.*, 2010) que los valores de L\*,

a\* y b\* deben encontrarse en el rango  $51 \pm 6$ ,  $11 \pm 3$ ,  $19 \pm 4$  respectivamente, para que la carne sea aceptada a nivel de consumidores.

La ternera de la carne es considerada como el atributo más importante por el consumidor para la recompra del producto (Miller *et al.*, 2001; Koohmaraie *et al.*, 2006). La misma constituye la habilidad que tiene la carne de dejarse cortar y masticar (con mayor o menor facilidad) antes de la deglución y se encuentra directamente ligada a la resistencia mecánica del producto consumible. Existe entre los consumidores la capacidad de diferenciar distintos niveles de la ternera, atributo por el cual están dispuestos a pagar un precio diferencial (Koohmaraie *et al.*, 1996; Boleman *et al.*, 1997). Según un estudio neozelandés los problemas de ternera no solo se limitarían a la carne de vacunos, sino también a otras especies, ya que un 9.8%, 3.8% y 10.7%, la carne de vacuno, cordero y de cerdo respectivamente podrían clasificarse como "duro" o "muy duro" en panel entrenado (Bickerstaffe *et al.*, 2001).

Por otro lado, la ternera puede considerarse como uno de los parámetros de calidad más variables de la carne fresca (Dransfield, 1994). El contenido de tejido conectivo, contenido y tipo de grasa intramuscular, el estado contráctil del músculo y nivel de proteólisis post-mortem son los factores que influyen en mayor medida sobre la variabilidad de la ternera de la carne (Enser, 1984; Belew *et al.*, 2003; Jeong *et al.*, 2010).

El nivel de contracción muscular, asociado al acortamiento de los sarcómeros, constituye uno de los principales responsables de la variación de la ternera en carne (Wheeler *et al.*, 2000; Rhee *et al.*, 2004). Animales bien descansados y alimentados, con niveles adecuados de glucógeno en músculo presentarían sarcómeros de entre 1,7 y 2,4  $\mu\text{m}$ . Según Wheeler *et al.* (2000); Starkey *et al.* (2016) estos valores de longitud de sarcómero serían suficientes para asegurar los niveles de ternera adecuados y la aceptabilidad sensorial en carne de cerdo. Por otra parte, si bien la contribución del tejido conectivo en la ternera de la carne es importante, el mismo varía con la edad del animal. Dado que los cerdos generalmente son faenados jóvenes, antes de los 6 meses, en este estadio el tejido conectivo se encuentra aún inmaduro, con lo cual dicho componente no aportaría suficiente variabilidad en la ternera de la carne porcina (Van Laack *et al.*, 2001; Purslow 2005; Jeleníková *et al.*, 2008).

La grasa intramuscular (GIM) se encuentra entre las fibras musculares, lo que a la percepción visual se lo ve como un veteado o marmóreo. La GIM influye sobre parámetros sensoriales como color, jugosidad, ternera y sabor (Savell, y Cross, 1986; Jeleníková *et al.*, 2006; Jeong *et al.*, 2010). Asimismo, se ha sugerido (Jones,

1994) que niveles superiores al 4 % de GIM, pueden estar asociados a una menor incidencia de defectos de calidad de la carne porcina (PSE). El contenido y tipo de grasa intramuscular afectan significativamente la terneza en carne porcina. Es así que varios autores (DeVol *et al.*, 1988; Fernandez *et al.*, 1999a; Van Laack *et al.*, 2001; Moeller *et al.*, 2010; Warner *et al.*, 2010; Mortimer *et al.*, 2014; Starkey *et al.*, 2016) han reportado una correlación positiva entre el % GIM y terneza. Según Brewer *et al.*, 2001., quien comparo animales con un % GIM  $\leq 1,5$  % vs. %GIM  $\geq 3,5$ , encontrando diferencias significativas en la terneza y jugosidad en carne de cerdo, observándose en las muestras de mayor % GIM una mayor terneza y jugosidad. Posiblemente, la localización de los lípidos neutros (triglicéridos) dentro del perimio, podría estar generando un efecto físico significativo en la separación de los haces de fibras musculares, aumentando la terneza con la apertura de la estructura muscular. Por otra parte, los lípidos también podrían atrapar la humedad del músculo, mejorando la jugosidad y con ello la terneza (Wood, 2003). Según Jeleníková *et al.* (2006), un mayor contenido de grasa estaría asociado a una mayor dilución del tejido conectivo y de los elementos miofibrilares en el músculo, generando una influencia positiva sobre el nivel de terneza de la carne.

Por otro lado, es importante mencionar que no sólo el porcentaje de GIM, sino también la composición de la grasa constituye un aspecto de importancia para la salud de los consumidores, que se encuentran cada vez más preocupados por aspectos que relacionan la salud con la nutrición (Jeong *et al.*, 2010). En los últimos años ha habido un aumento en el interés por la composición de los ácidos grasos de los alimentos, a causa de la asociación que tienen estos con enfermedades cardiovasculares y/o cáncer (Webb y O'Neill, 2008). En la actualidad se busca producir carnes con una proporción más alta de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) sobre ácidos grasos saturados, así como un equilibrio más favorable entre los AGPI n-6 y n-3. Según la Organización Mundial de la Salud (FAO, 2010) la misma no debería superar el valor de 4. En los cerdos, el impulso ha sido aumentar n-3 PUFA en la carne debido a su alta relación n-6 y n-3, 7 a 1 (Wood *et al.*, 2003).

El perfil de ácidos grasos de los tejidos animales, no sólo juegan un papel importante en cuanto a salud de los consumidores, sino que también, están implicados en diversos aspectos "tecnológicos" que hacen a la calidad de la carne y sus productos. Debido a sus puntos de fusión, la variación en la composición de ácidos grasos tiene un efecto importante sobre la firmeza o suavidad de la carne (Wood *et al.*, 2003). Además, el color de la grasa y la carne se ven afectados por la composición de ácidos grasos (Wood *et al.*, 2003). Esto último puede ser explicado a

que la oxidación de lípidos pueden promover la oxidación del pigmento con el correspondiente variación en el color (Renerre, 2000). Por otra parte, la capacidad de los ácidos grasos insaturados, especialmente aquellos con más de dos enlaces dobles, de oxidarse rápidamente, impactan directamente en la vida útil de la carne, asociado al desarrollo de rancidez oxidativa y al deterioro del color (Renerre., 2000). Sin embargo, es de destacar, que esta propensión a oxidarse es importante en el desarrollo del sabor durante la cocción (Wood *et al.*, 2003)

En el caso de los cerdos se ha evidenciado que particularmente los ácidos C18:0 y C18:2 son importantes contribuyentes a la firmeza, intensidad de olor y flavor de la carne (Whittington *et al.*, 1986). Se ha demostrado que la cohesión de la carne de cerdos (importante parámetro de textura) se encuentra estrechamente relacionada con el agua, el contenido de colágeno, las concentraciones de ácidos grasos 18: 0 y 18: 2, al igual que la firmeza (Wood *et al.*, 1990). Debido a que los lípidos en la carne de cerdo son relativamente insaturados, los intentos de aumentar aún más las concentraciones de PUFA ponen en riesgo la generación de productos de oxidación de lípidos, lo que lleva a olores y sabores desagradables y cambios de color (Morrisey *et al.*, 1994; Wood 2003). Con una concentración de C18:3 por encima de aproximadamente el 3% de los ácidos grasos totales, la mezcla de compuestos volátiles producidos en la cocción parece tener un impacto adverso sobre el sabor (Shackelford *et al.*, 1990; Kouba *et al.*, 2003). Al aumentar el porcentaje de C18:3 en tejido, a partir de la alimentación con dietas con 6 % de lino, se observaron diferencias en olor característico y sabor en muestras cocidas de LD de cerdo (Kouba *et al.*, 2003; Kouba *et al.*, 2011).

El perfil del aroma de la carne cocinada se debe a la suma de los efectos sensoriales producidos simultáneamente en el epitelio olfativo por un largo número de compuestos volátiles de diferentes estructuras presentes como péptidos, ácidos grasos entre otros (Ohloff y Flament, 1978). El sabor de la carne lo definen compuestos volátiles que se generan con productos de la oxidación de los lípidos de la carne (Wood *et al.*, 2017). Alguno de estos ácidos grasos involucrados son el C18:0, C18:2, C18:3, y el C20:5 entre otros (Enser, 1998; Wood *et al.*, 2003).

### **2.3. Aspectos productivos y de calidad de carne**

#### **2.3.1 Implicancias de la nutrición animal**

Los sistemas de cría porcina pueden clasificarse en extensivos, semi extensivos e intensivos (Campion., 2013). Los 3 sistemas, tienen como base energética el maíz y

base proteica el expeler o harina de soja. Este fenómeno se da en general en América debido a que es un continente donde se produce más del 50 % del maíz y 80 % de la soja a nivel mundial (Cubillos., 2016).

Es conocido que la dieta suministrada a los animales impacta no sólo directamente en los rendimientos obtenidos, sino también, en la calidad de la carne producida. La utilización de maíz y expeler de soja, asegura excelentes índices productivos y de calidad de carne. Sin embargo, ante el gran aumento de los costos en estas fuentes, es vital para la producción pensar en alternativas para sustituir las fuentes de energía y proteica (Ministerio de hacienda y finanzas Argentina, informes cadena de valor, 2016). La alimentación de los animales puede ejercer una influencia importante en ciertos atributos de la calidad cárnica. En ciertos aspectos juega un papel determinante, pero, en la mayoría de los casos, se debe considerar su interrelación con otros aspectos del proceso productivo: genética, manejo y sacrificio.

Las fuentes lipídicas, se han transformado en un componente común adicionado a la dieta de cerdos en engorde no solo por su vinculación directa en el aporte de energética, si no también, en el control de la formación de polvo, en la palatabilidad, en el consumo, la estructura y el aspecto del pienso. Además, lubrican la maquinaria lo que permite mejorar su rendimiento (caso de la granuladora) y su vida útil (Dolz, 1996). Hay diferentes tipos grasas de origen animal, como aceites de origen vegetal y/o mezclas (Dolz., 1996). Se ha observado (Araújo *et al.*, 2017) que la adición de grasa a las dietas de cerdos en fase de crecimiento-terminación genera una mejora en la ganancia diaria de peso, la eficiencia alimenticia, y reduce la ingestión diaria de alimento a base de maíz y harina de soja. Sin embargo, puede llevar a un aumento indeseado en la cantidad de grasa en la carcasa, con la consecuente reducción en la calidad de la carne. De La Llata *et al.* (2001) concluyeron que alimentando los animales con fuentes de grasa de los 25 a los 95 kilogramos de peso vivo es posible maximizar el desempeño sobre el período de crecimiento-terminación, minimizando los efectos perjudiciales de la adición de grasa en la carcasa.

La utilización de ácido linoleico conjugado (CLA) en dietas de monogástricos, es utilizada para mejorar distintos aspectos de la calidad de la carne. Debido a que el CLA desempeña varias funciones en el organismo humano, pudiendo presentar efectos anti-carcinogénicos (Lp, 1997; Lee *et al.*, 2005), actuando en el control de diabetes, mejorando la respuesta inmunológica (Wong *et al.*, 1998), actuando en el metabolismo óseo (Watkins *et al.*, 2001), disminuyendo los niveles de la lipoproteína de baja densidad (LDL) y el desarrollo de la arterioesclerosis (Nicolosi *et al.*, 1997) y también, como repartidor de nutrientes, disminuyendo la deposición de grasa y

umentando la masa corporal (Park *et al.*, 1999; Ostrowska *et al.*, 1999). De acuerdo con Du Y Ahn (2002) el mayor efecto del CLA en el desempeño animal es la reducción en el acúmulo de grasa y en la promoción del crecimiento muscular.

Con la finalidad de reducir pérdidas, principalmente durante el almacenamiento, por medio de las oxidaciones lipídicas, que son consideradas como una de las principales causas de deterioro de carne y productos cárnicos, varios estudios han utilizado vitamina E como suplemento dietario, con la finalidad de proporcionar estabilidad a los depósitos de grasa, mejorando la resistencia de las carnes y sus productos a la oxidación (Jensen *et al.*, 1997; Phillips *et al.*, 2001). La vitamina E ( $\alpha$ -tocoferol) ejerce un papel preponderante como componente de la membrana lipoprotéica y una dosis farmacológica elevada (20 veces encima de la exigencia) actúa como un estimulante de las defensas inmunitarias (en sinergia con el selenio) (Rennerre, 2000; Coma y Piquer., 2000; Wood 2004).

Las condiciones nutricionales antes del sacrificio del animal afectan la calidad de la carne en diversos aspectos, es así que ayunos mayores a las 15 horas previas al sacrificio pueden disminuir la aparición de carnes PSE en animales con tendencia o predisposición genética (Coma y Piquer., 2000). Un ayuno antes del sacrificio provocaría que el glucógeno muscular se reduzca, y en consecuencia la producción de ácido láctico (De Smet *et al.*, 1995). Esta característica que es altamente deseable cuando existe una predisposición a carnes PSE, sería completamente indeseable en caso de carnes DFD (Coma y Piquer., 2000).

En el caso de realizar una alimentación por categoría, diferenciada entre MC y H, se pueden utilizar diferentes alternativas de adición o manejo nutricional para la categoría que se lo considere necesario, por ejemplo las citadas anteriormente. Las necesidades de MC y H son diferentes, y por tanto para optimizar los aportes se deberían utilizar programas de alimentación diferentes para MC y H (Mateos *et al.*, 2000). La instauración de programas de alimentación por sexos es complicada en la práctica, a pesar del conocimiento de sus mejores resultados técnicos. Además debe tenerse en cuenta el perfil genético y el peso de sacrificio.

### **2.3.2 Implicancia de la edad y peso de faena**

La edad y el peso de faena impactan directamente sobre el rendimiento y calidad de la carne producida. Uno de los parámetros de gran importancia en los aspectos productivos, es la ganancia media diaria (GMD), el incremento de esta se ve poco influenciada por la edad de faena (Weatherup *et al.*, 1998) aunque son diversos los

estudios que observan un descenso cercano a los 10g/d de la GDM a partir de los 100 Kg PV (Ellis y Avery, 1990; Ellis *et al.*, 1996; Cisneros *et al.*, 1996; Medel *et al.*, 2000), aunque este descenso podría ser mayor si se utiliza genética más grasas (Kanis *et al.*, 1990). Uno de los factores que afecta la GDM, es la aparición del ciclo estral en las hembras a partir de 90 kg, este hecho disminuye el crecimiento de las mismas y de la media del lote (Cisneros *et al.*, 1996). En cuanto al rendimiento del animal aumenta con la edad de sacrificio debido a que disminuye la relación con el peso visceral (Medel *et al.*, 2000). Se ha observado un incremento en el rendimiento de 0,5% por cada 10 kg PV observando un mayor incremento en MC que en H (Albar *et al.*, 1990).

El aumento del peso de sacrificio incrementa la grasa dorsal debido a un aumento con la edad en el porcentaje de grasa en los aumentos de peso. Este aumento de grasa va acompañado de un descenso del porcentaje de magro (Weatherup *et al.*, 1998). Sin embargo, hay que considerar que la selección genética ha modificado la capacidad de engrasamiento de las líneas genéticas actuales, con el aumento de la edad de sacrificio. Por tanto cada empresa en particular debe evaluar el impacto del incremento del peso a sacrificio sobre su genética (que debe sumar al hecho de castrar a los machos), o bien diseñar una línea nueva para alcanzar estos pesos elevados (Medel *et al.*, 2000; Trefan 2011).

Según Candek-Potokar *et al.* (1998) y Lebret *et al.* (2001) un incremento en la edad y peso de faena podría generar una mejora de la calidad de la carne de cerdo, al generar un color rojo más intenso y una mayor concentración de grasa intramuscular. Sin embargo, el color final al aumentar el peso de sacrificio de 100 a 125 kg PV, no tiene gran incidencia (Weatherup *et al.*, 1998) o la magnitud del cambio es poco significativa (Ellis *et al.*, 1996).

Por otro lado, como se citó anteriormente, la terneza ha sido identificada como el factor más importante de aceptación de la carne (Ellis y McKeith, 1999; Koohmaraie *et al.*, 2006). La mayoría de las diferencias en este parámetro pueden ser atribuidas al estado de los sarcómeros (a más extendidos mayor terneza), a la cantidad, tipo y naturaleza del tejido conectivo (fundamentalmente colágeno) y a la GIM (Medel *et al.*, 2000; Jeong *et al.*, 2010). Un incremento de la edad y peso de faena podría conllevar también a una disminución de la terneza de la carne como consecuencia de un aumento en el tamaño de las fibras musculares, de un menor grado de proteólisis post-mortem (Candek-Potokar *et al.*, 1998) y del incremento del colágeno total e insoluble en el músculo (Archile-Contreras *et al.*, 2010). Sin embargo, el aumento de peso provoca un aumento de grasa (total y en menor medida intramuscular) en la canal, lo que favorece la jugosidad y la terneza. En el caso de las categorías MC y H,

al aumentar el peso de faena, se observa un incremento mayor en el contenido de GIM en MC que en H, lo que llevaría a un efecto de dilución del colágeno y a un posible aumento en la terneza (Cisnero *et al.*, 1996; Correa *et al.*, 2006).

La jugosidad está relacionada con la humedad y la GIM. Debido a que el contenido en humedad está determinado en parte por el pH, todo lo que afecte a éste afecta a su vez a la jugosidad, especialmente la incidencia de carnes PSE o DFD. Se observa que disminuye la humedad y aumenta la GIM de la carne con la edad (Weatherup *et al.*, 1998). En resumen, se observa diferencias entre MC y H en estudios previos al aumentar la edad y peso de faena (Rhim *et al.*, 1995; Medel *et al.*, 2000).

### **2.3.3 Implicancias de la Genética**

Por muchos años, uno de los mayores objetivos de la industria porcina fue incrementar la relación de tejido magro en carcasa (Huff-Lonergan *et al.*, 2002). Junto a esto también se puso énfasis en seleccionar a favor de características de calidad de carne (Hovenier *et al.*, 1993). Los rasgos de calidad de carne son a menudo características verdaderamente compuestas, influenciados por varios factores antemortem y post-mortem haciendo más difícil la predicción de la calidad final de la carne (Huff-Lonergan *et al.*, 2002). La selección adecuada de la raza constituye una parte importante del sistema de producción de carne de cerdo, en relación con la economía, dependiendo de las proporciones exigidas de los dos componentes principales de la canal y la relación carne-grasa (Jaworska Y Wiesław, 2014). La selección de la raza está relacionada con aspectos tales como la relación y el diámetro de las fibras musculares, el contenido de grasa intramuscular y la capacidad de absorción de agua, que se relaciona con rasgos de calidad tales como palatabilidad, jugosidad y textura (Palka *et al.*, 2010).

Landrace y Yorkshire son razas que generalmente se seleccionan por su carne de alta calidad, con carcasas de alto porcentaje de músculo, y menor porcentaje de grasa. En contraposición, la raza Pietrain, rara vez es criada como raza pura debido a su pobre calidad de carne, consecuencia de su susceptibilidad al estrés asociado con la presencia del gen halotano (RYR1 T) que genera acidificación significativa y consecuentemente un color desfavorable en carne y alta pérdida por goteo (baja CRA) (Gispert *et al.*, 2000). No obstante, esta raza logra un mayor porcentaje de carne en la carcasa (Jaworska y Wiesław, 2014). En un estudio donde se comparó la calidad de la carne de 10 razas porcinas, Duroc obtuvo las mayores puntuaciones en panel de consumidores, en cuanto a textura, jugosidad, sabor, y en la aceptabilidad general (Warriss, *et al.*, 1996). Estos autores atribuyeron dichos resultados a la mayor

concentración de grasa intramuscular. En este sentido Lloveras *et al.* (2008) observaron que la mayor concentración de GIM, provocó una mejor puntuación en terneza y jugosidad de la carne al comparar la raza Duroc respecto a Yorkshire. Así mismo en este estudio los valores de resistencia de corte fueron significativamente inferiores en Duroc comparado a las restantes razas estudiadas (Yorkshire y raza Híbrida), mientras que Yorkshire mostró mejores valores colorimétricos ( $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ ) respecto a la raza híbrida (Lloveras *et al.*, 2008).

La existencia de diferencias en la calidad de la carne entre las razas podría explicarse por las diferencias en las características del cerdo, entre ellas el contenido del GIM (Jaworska y Wiesław., 2014), la tasa de crecimiento, la diferencia en la composición muscular y la susceptibilidad al estrés con efectos directos sobre la calidad de la carne producida (Fernández *et al.*, 1999; Scheffler *et al.*, 2013). Es por ello que la genética representa un factor de gran importancia en lo que respecta a la calidad de la carne producida.

#### **2.3.4 Implicancia del sexo**

Son diversos los autores que han investigado el efecto del sexo en cerdo sobre el rendimiento y calidad de la carne, sin embargo, los resultados son variables debido a la diferencia existente entre razas y/o híbridos (Trefan, 2011).

Barton-Gate (1987); Latorre *et al.* (2003); Gispert *et al.* (2010); Franco *et al.* (2014) observaron que la carne de machos castrados presentaría mayor contenido de GIM que en hembras faenadas a igual peso. Según Latorre *et al.* (2003) esto puede ser el resultado de un leve aumento en el metabolismo debido al mayor nivel de estrógenos de hembras enteras. Por otra parte, Jaturasitha *et al.* (2006) explicaron este cambio, a la variación en los niveles de testosterona, la cual promueve el crecimiento muscular, de modo que, cuando los niveles son bajos, como en el macho castrado, la energía se transfiere a tejido graso a una tasa más alta.

El mayor nivel de GIM se ha asociado a menores valores de resistencia de corte en MC que en H (Jaturasitha *et al.*, 2006). Otro de los factores afectados por el sexo es la luminosidad del músculo *Longissimus*, presentando valores mayores en H en comparación con las MC (D'Souza *et al.*, 2002), asociado al menor nivel de pH en músculo de las primeras. En este sentido, Costa-Lima *et al.* (2014) reportaron mayores pérdidas por cocción (medida de CRA) en carne proveniente de hembras, por mayor desnaturalización proteica. Mientras que, otros autores (D'Souza *et al.*, 2002; Piao *et al.*, 2004) no han encontrado las diferencias en parámetros de calidad como el contenido de GIM entre MC y H.

Otro de los parámetros de calidad de carne en los que se observa una diferencia entre MC y H es la concentración de ácidos grasos saturados (AGS). En este sentido, machos castrados han presentado una mayor concentración de AGS que en hembras de similar edad, principalmente asociado a su mayor contenido de grasa intramuscular y subcutánea y favorecida por la castración en estos (Trefan, 2011). Los MC contienen aproximadamente un 30 % más de GIM que las H de la misma edad. Como consecuencia la concentración (mg AG\_100g músculo fresco) de ácidos grasos poliinsaturados en los lípidos intramusculares de LD es significativamente mayor en los MC que en las cerdas jóvenes. La mayoría de las diferencias de calidad de carne encontradas entre sexo en porcinos, se relacionan con la grasa, GIM o EGD, debido a una diferencia en el metabolismo lipídico (Trefan, 2011).

En la actualidad son escasos los estudios realizados a nivel mundial y no existe información en el mercado Nacional sobre el efecto del sexo en las categorías de MC y H en los parámetros de rendimiento y calidad cárnica producida. El híbrido de genética Degesa, Landrace (75%) x Yorkshire (25%), constituye una de las principales cruza comerciales en el mercado argentino. En la actualidad son escasos los trabajos sobre este híbrido, el único trabajo que se ha desarrollado es el propuesto por Carini (com. Pers., 2016) quien propuso evaluar aspectos sensoriales en la carne proveniente de MC y H, posteriormente estudiada en el presente trabajo de tesis.

En dicho estudio Carini (com. Pers., 2016) tuvo como objetivo establecer el efecto del sexo sobre las características sensoriales de la carne de capones en las categorías machos castrados vs hembras; así como medir la decisión de compra o elección de los consumidores de estas categorías. Los autores observaron preferencias diferenciales en panel de consumidores como en panel entrenado entre carne proveniente de MC y H. Es así, que un 67 % de los consumidores preferían carne proveniente de MC; En tanto que el sexo también afectó las características sensoriales (panel entrenado) de la carne, observándose un color y un sabor más intenso, carne menos untuosa, más jugosa y más tierna en los machos castrados con respecto a la procedente de hembras ( $P < 0,05$ ). Se deduce de estos resultados que el consumidor tendría una mayor preferencia por la carne fresca del macho castrado (Capones híbridos genética PIG Landrace x Yorkshire).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Ensayo a campo:

Se utilizaron un total de 16 capones, híbridos Degesa (Yorshire 25 % x Landrace 75 %). Los mismos fueron caravaneados, quedando dos grupos conformados por 8 Hembras (HE) y 8 Machos castrados quirúrgicamente (MC). Todos fueron encerrados en un mismo corral, con una superficie de 1,2 m<sup>2</sup> por animal. Sistema de agua por chupete y alimentados con sistema tolva, con alimentación *ad libitum*. La dieta consistía en una formulación de terminación a base de maíz, expeler de soja y núcleo mineral-vitamínico (Tabla 1), con un peso inicial de 50 ± 3Kg.

El engorde se realizó en la Finca “La Soledad”, ubicada Localidad de La Isla, Departamento de Cerrillos, Ruta 26, km 6,5; Provincia de Salta. Durante el período de engorde los 16 animales seleccionados de cada tratamiento se pesaron individualmente cada 28 días. Cuando los animales alcanzaron las 25 semanas de edad, 120 ± 5 kg, fueron enviados a la planta de faena “La Florida”, ubicada en la localidad de Rosario de Lerma, provincia de Salta; situada a 30 Kilómetros del criadero.

**Tabla 1.** Composición de la dieta para etapa de terminación de Capones.

Ingredientes	Porcentaje
SOJA EXPELLER	23,4
REBACILLO PELLET	11,9
MAIZ	60,8
CONCHILLA	0,2
NUCLEO	2
SAL (CINa)	0,7
METIONINA	0,1
CONCHILLAFINA	0,4
MYCOFIX (secuestrante)	0,5
Total	100

#### 3.2 Faena y toma de muestra

Previo a la faena, los animales fueron encerrados por 12 hs en corral con acceso a agua pero con restricción de alimento. Se pesaron antes de entrar a faena (Peso pre faena). Al finalizar la faena, se registró el peso de la canal y se calculó el rendimiento de canal en porcentaje (%), siendo Rendimiento de canal= (peso de canal/peso vivo pre faena) \*100. Posteriormente, se realizaron determinaciones de pH y temperatura, a los 45 minutos y a las 24 horas post faena. Para ello se colocaron los electrodos del pHmetro y termómetro portátil (Sper Scientific mod. 850081) entre la 12<sup>a</sup> y 13<sup>a</sup> costilla del músculo *Longissimus dorsi* (LD) de la media res derecha. De la media res derecha

se obtuvieron bloques del músculo *Longissimus dorsi* realizando un corte perpendicular al eje longitudinal del músculo entre la 8<sup>va</sup> y 9<sup>na</sup> costillas y otro entre la 12<sup>da</sup> y 13<sup>ra</sup> costilla, retirando el bloque formado por la 9<sup>na</sup> a 12<sup>da</sup> costilla y posterior deshuesado (Almada et al., 2009). Las mismas fueron rotuladas, envasadas al vacío y congeladas -18 °C, para ser enviadas al laboratorio de Calidad de Carnes de la EEA Balcarce, donde se continuó con el acondicionamiento de las muestras.

Una vez en el laboratorio, se les realizó a las muestras (sin descongelar), cortes transversales en sentido cráneo caudal: un bife de 2 cm de espesor para determinación CRA y pH, un bife de 2,5 cm para pérdidas por descongelación, marbling, color de grasa y de músculo, área de ojo de bife, pérdidas por cocción y resistencia de corte, un bife de 2 cm para largo de sarcómero y espesor de grasa dorsal, 1 bife de 2,5 cm para análisis proximal perfil de ácidos grasos. Todos los bifes se envasaron al vacío con envasadora Multivac (mod. C200) a 5 mbar de presión y se almacenaron a -20 °C inmediatamente después del envasado.

### **3.3 Parámetros fisicoquímicos analizados**

**3.3.1. Espesor de grasa dorsal (EGD):** La determinación del EGD se realizó en la cara caudal del músculo LD, entre la 12<sup>a</sup> y 13<sup>a</sup> costilla, sobre la grasa que recubre externamente al músculo, a  $6 \pm 1$  cm de la línea media del músculo, previo al deshuesado. La medición se realizó mediante un calibre (Starret 125) (Whittemore, 2003 por Trefan, 2013) y se expresó en mm.

#### **3.3.2. Análisis proximal del músculo: Materia seca (MS) y Extracto etéreo (EE).**

La materia seca se realizó por duplicado, por diferencia de peso luego del secado en estufa de 1g. de muestra fresca, por 48 h a 60°C. La restante muestra fue liofilizada en equipo liofilizador (FreeZone, Labconco, Missouri, USA), pulverizadas y almacenadas a -20 °C para realizar las restantes determinaciones de extracto etéreo y perfil de ácidos grasos

El extracto etéreo se realizó por diferencia de peso con un extractor ANKON, XT 10, Ankon, Macedon NY, USA.

#### **3.3.3. Marmóreo y color visual**

Tanto el nivel de marmóreo como el color visual se determinaron mediante comparación visual de la muestra con escala fotográfica estandarizada (marmóreo y

color) específica para carne porcina (Official Color and Marbling Quality Standard score cards, National Pork Board, 1776 NW 114<sup>th</sup> Street, Clive, IA 50325 800-456-7675).

Escala para Marmóreo. 1, sin veteado graso, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0 y 10, elevado nivel de veteado, para marmóreo (NPPC, 1999).

Escala para color: 1 pálida rosada entre gris y blanco, 2 rosa grisáceo, 3.0 rosa rojizo, 4.0 rosa rojizo oscuro, 5.0 rojo purpura, 6.0 rojo purpura oscuro (NPPC 1999).

Las observaciones se realizaron en forma directa, sobre cortes transversales del músculo *Longissimus dorsi*, a la altura de la 10<sup>a</sup> costilla, al igual que AOB y color instrumental.

#### **3.3.4. Área ojo de bife**

La determinación del área ojo de bife (AOB) se determinó en cm<sup>2</sup>, y se realizó a la altura de la 11<sup>a</sup> costilla, en un corte transversal. La muestra se copió sobre papel de acetato el área del LD, que luego se digitalizó. Posteriormente, sobre la imagen digital se determinó el área mediante el software APS-AssesInk. (University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba, Canadá, 2002).

#### **3.3.5 Color del músculo *Longissimus dorsi* y de la grasa subcutánea**

Una vez descongeladas las muestras cárnicas (bifes de 2,5cm) en cámara por 24 h a 2°C, se procedió a romper el vacío y a disponer las muestras por 30 min a presión atmosférica para permitir el blooming y consecuente desarrollo del color. A continuación, se retiró cuidadosamente el excedente de agua superficial mediante el secado con papel absorbente. Para la determinación del color se utilizó un colorímetro Konica Minolta CR-310 (Minolta Corp., Ramsey, NJ.) con el iluminante D65, usando una apertura de 8mm y un ángulo de observación de 10°. El equipo fue calibrado con una placa blanca. El sistema utilizado fue el CIE Lab, que proporciona tres componentes del color: L\* (lightness, 0 = negro, 100 = blanco), a\* (redness, -a\* = verde, +a\* = rojo) y b\* (yellowness, -b = azul, +b = amarillo), sistema de color CIE Lab. Se utilizó el promedio de seis determinaciones colorimétricas efectuadas dentro del área central del ojo de bife, de una misma cara del bife.

### **3.3.6. Pérdidas por descongelación (PPD %),**

Se registraron tanto el peso de muestra congelado como después de su descongelación mediante el procedimiento previamente descrito (ver apartado 3.4.2). La pérdida por descongelación se calculó mediante la diferencia de peso entre la muestra congelada y posteriormente descongelada y cuidadosamente secada con papel absorbente. Para el cálculo de este parámetro la pérdida de peso se relacionó al peso congelado de la muestra (Lloveras *et al.*, 2008).

### **3.3.7. Resistencia al corte (RC) y Pérdidas por cocción (PPC%)**

Estas determinaciones se realizaron siguiendo el procedimiento del AMSA (1995). A partir de las muestras LD descongeladas se procedió a colocar una termocupla acoplada a un termómetro digital (Digi-Sense scanning thermometer) en el centro geométrico de la muestra. Posteriormente, las muestras fueron cocinadas en una parrilla eléctrica Faberware de corazón abierto (Mt. Prospect, IL, USA) hasta alcanzar los 36 °C y luego se giraron para cocerlas del otro lado hasta alcanzar 70 °C de temperatura interna (AMSA, 1995). Después de la cocción, las muestras fueron enfriadas a temperatura ambiente por 30 min y luego colocadas por 1 h a 4 °C en cámara de frío. Una vez enfriadas, las muestras se volvieron a pesar en balanza granataria y se registró el peso cocido. A partir de los datos se calculó el PPC (%). Tanto el PPD % como el PPC %, son medidas de la capacidad de retención de agua de la carne (CRA). Así, a mayor PPD% o PPC%, menor será la CRA de las muestras.

Con el fin de medir la resistencia al corte a partir de las muestras cárnicas enfriadas se obtuvieron mediante sacabocados seis cilindros de 1,27 cm de diámetro. Los cilindros fueron extraídos de forma paralela a la orientación de las fibras musculares de cada bife. Cada cilindro se cortó una vez con una cizalla Warner-Bratzler (Warner Bratzler meat shear, G-R Manufacturing CO., Manhattan, KS, US). La resistencia al corte se expresó en kilogramos fuerza (kgf) como el promedio de las seis determinaciones por bife.

### **3.3.8 Longitud de sarcómero (LS)**

El largo de los sarcómeros se determinó con un láser de difracción (CVI Melles Gliot. Serie 7822 FH-1) de acuerdo con los procedimientos detallados por Cross *et al.* (1981). Para ello, 3 g de tejido muscular se homogeneizaron en 20 ml de solución 0,25 M de sacarosa a 4 °C durante 15 segundos con un dispersor (CAT x 120, Alemania). Una gota del tejido en suspensión se colocó en un portaobjetos y se cubrió

con un cubreobjetos. Sobre el preparado se hizo incidir la luz del láser y se midió la distancia entre el centro de incidencia lumínica y las líneas nítidas observadas después que la luz atravesara el portaobjetos. Se midieron 20 sarcómeros por muestra y se calculó la longitud de los mismos, la cual se expresa en micrómetros ( $\mu\text{m}$ ), mediante la fórmula indicada por Cross *et al.* (1981), utilizando la distancia de 100 mm entre el portaobjetos y la superficie de lectura.

### 3.3.9 Perfil de ácidos grasos

Se tomaron 5 g de muestra de músculo LD, las cuales fueron liofilizadas (FreeZone, Labcon co, Missouri, USA) y luego fueron pulverizadas y transmetiladas en duplicado según el método de Park y Goin (1994). El análisis cuantitativo de los ácidos grasos se realizó mediante cromatografía gaseosa (cromatógrafo gaseoso Clarus 500, Perkin Elmer) usando ácido metil tricosanoico (C23:0; Supelco) como estándar interno a dos Split (1:10 y 1:100) para lograr por un lado la adecuada separación de los ácidos grasos presentes en altas concentraciones y por otro la detección de aquellos en presentes bajas concentraciones. Para la identificación de los ácidos grasos de interés utilizaron los siguientes estándares: PUFA N°3, Supelco; FAME MIX C14-C22, Supelco; FAME MIX C20:1-20:5, Matreya.

Los ácidos grasos saturados (AGS), monoinsaturados (AGMI), los poliinsaturados (AGPI), la sumatoria de ácidos grasos n-6 ( $\sum$  n-6), la sumatoria de ácidos grasos n-3 ( $\sum$  n-3), relación n-6/n-3 (AGPI n-6/n-3) se calcularon en base a las siguientes ecuaciones:

$$\text{AGS} = \sum (\text{C12:0} + \text{C14:0} + \text{C16:0} + \text{C18:0})$$

$$\text{AGMI} = \sum (\text{C14:1 cis-9} + \text{C16:1 cis-9} + \text{C18:1 cis-9} + \text{C18:1 cis-11})$$

$$\text{AGPI} = \sum (\text{C18:2 n-6} + \text{C18:3 n-3} + \text{C18:4 n-3} + \text{C20:4 n-6} + \text{C20:4 n-3} + \text{C20:5 n-3} + \text{C22:5 n-3} + \text{C22:6 n-3})$$

$$\text{AGPI n-6} = \sum (\text{C18:2 n-6} + \text{C20:4 n-6} + \text{C20:2n-6} + \text{C20:4n-6}).$$

$$\text{AGPI n-3} = \text{C18:3 n-3} + \text{C18:4 n-3} + \text{C20:4 n-3} + \text{C20:5 n-3} + \text{C22:5 n-3} + \text{C22:6 n-3}$$

$$\text{AGPI n-6/n-3} = \sum \text{n-6} / \sum \text{n-3}$$

### 3.3.10 Análisis sensorial

El ensayo sensorial en muestras de carne proveniente de los animales del presente estudio fue realizado en la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires (FAUBA) (Carini., 2016 com. pers.). Para ello, a las 24 hs *post-mortem*,

se tomaron muestras del músculo *Longissimus dorsi* de cada media res izquierda, realizando un corte perpendicular al eje longitudinal del músculo entre la 8<sup>va</sup> y 9<sup>na</sup> costillas y otro entre la 12<sup>da</sup> y 13<sup>ra</sup> costilla, retirando el bloque formado por la 9<sup>na</sup> a 12<sup>da</sup> costilla y posterior deshuesado (Almada et al., 2009). Las mismas fueron rotuladas, envasadas al vacío y congeladas (-18 °C), y remitidas al Área de Calidad de Productos Pecuarios de la facultad.

Los bloques de carne congelada fueron seccionados en bifes de 2.5cm de espesor que luego de descongelarse por 24 hs en cámara de maduración, fueron cocidos en plancha de doble contacto, hasta una temperatura interna de 72°C. Al finalizar la cocción, se eliminaron los bordes de las muestras y se cortaron cubos de 1cm<sup>3</sup>. Las muestras así procesadas fueron presentadas a los jueces entrenados en recipientes cerrados de vidrio, codificados con un número aleatorio de tres dígitos, a una temperatura de 66°±1°C.

Para la realización del ensayo de evaluación sensorial, se utilizó la metodología del Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA) mediante un panel analítico de seis evaluadores, seleccionados y entrenados en carnes. Para la medición de los descriptores se utilizó una escala lineal no estructurada de 10 cm mediante. Previamente, el panel de jueces entrenados desarrolló una serie de descriptores específicos en carne involucrando aspectos de apariencia, textura y olfato-gustativos. Los analizados para la presente tesis fueron: Color global (CG); dureza (DU); untuosidad (UN); fibrosidad (FI); aroma característico, (AC); persistencia (olfato-gustativo) (PE). Los extremos de las escalas correspondieron a la intensidad de cada atributo y para ciertos descriptores se presentaron referencias específicas.

Los datos se analizaron bajo un Diseño Completamente Aleatorizado (DCA), utilizando el programa Estadístico INFOSTAT. Con el fin de localizar las diferencias entre tratamientos se aplicó el Test de Duncan con un error del 5% ( $\alpha \leq 0.05$ ) (Carini, 2016).

### **3.4 Análisis estadístico**

El análisis se realizó bajo un diseño completamente aleatorizado, donde los tratamientos fueron Machos castrados quirúrgicamente (MC) y Hembras (H). Se utilizó al animal como unidad experimental. Las diferencias fueron consideradas significativas cuando  $P \leq 0,05$  y se consideraron tendencias cuando  $P \leq 0,10$ . Para evaluar el grado de asociación entre las distintas variables físico químicas de calidad de carne se utilizaron correlaciones de Pearson (significativas  $P \leq 0,05$ ; tendencias  $P \leq 0,10$ ). A su vez, se correlacionaron parámetros físico químicos y de

evaluación sensorial (Carini, 2016), para evaluar su grado de asociación. (Coeficiente de correlación de Pearson; valor de significancia  $P \leq 0,05$ ; tendencias  $P \leq 0,10$ ).

El análisis estadístico se realizó utilizando el paquete rcmdr del programa estadístico R core team (2013).

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Rendimiento de canal y características *Longissimus dorsi*

El efecto del sexo resultó no significativo ( $P > 0,05$ ) para el peso de faena, el peso de la canal, el rendimiento de peso de la canal y el AOB (Tabla 2).

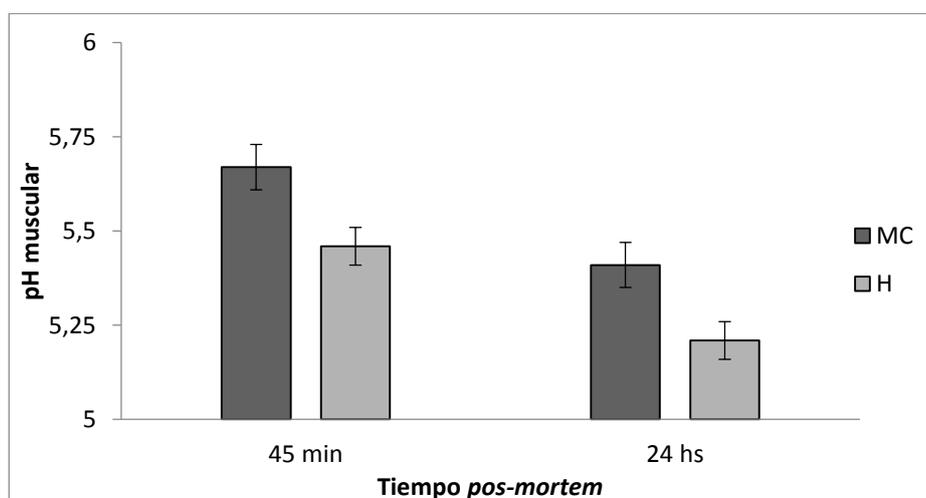
El músculo LD de machos castrados mostró un 23 % más ( $P < 0,001$ ) de espesor de grasa dorsal que el de hembras. El pH muscular a los 45 minutos *pos-mortem* tendió ( $P = 0,07$ ) a ser mayor en MC que en H, mientras que a las 24 h el pH fue un 4 % superior ( $P = 0,03$ ) en MC que en H (Figura 1).

**Tabla 2.** Características de la canal de capones de las categorías machos castrados (MC) y hembras (H).

Variable	Sexo		EE*	P valor
	MC	H		
Peso vivo pre faena	124,5	121,5	7,52	0,48
Peso canal	101,6	98,0	5,78	0,22
Rendimiento de peso de la canal, %	81,8	80,7	1,82	0,20
EGD, mm <sup>1</sup>	25,90	21,06	3,14	<b>&lt;0,001</b>
AOB, cm <sup>2</sup> <sup>2</sup>	36,16	36,98	3,11	0,61

<sup>1</sup>EGD: Espesor de grasa dorsal, <sup>2</sup>AOB: Área de ojo de bife

\* E.E.: Error estándar de la media.



**Figura 1.** pH del músculo *Longissimus dorsi* a los 45 min y 24 h *pos-mortem* de cerdos capones categoría macho castrado (MC) y hembra (H). Las barras error indicar el error estándar de las medias.

#### 4.2 Color del músculo *Longissimus dorsi* y grasa subcutánea

Ninguno de los parámetros colorimétricos ( $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ ) de la grasa dorsal mostraron diferencias entre sexos ( $P > 0,63$ ). En tanto que, si bien en el músculo LD no se observaron diferencias para los parámetros  $a^*$  y  $b^*$  ( $P \geq 0,34$ ), la luminosidad ( $L^*$ ) fue un 7% mayor ( $P = 0,04$ ) en las hembras que en los machos castrados (Tabla 3).

**Tabla 3.** Parámetros colorimétricos del músculo *Longissimus dorsi* y de grasa dorsal de cerdos capones categoría macho castrado (MC) y hembra (H).

1Variable	Sexo		EE*	P valor
	MC	H		
Músculo				
L*	52,44	56,13	3,60	<b>0,04</b>
a*	5,10	4,57	1,49	0,34
b*	14,56	15,16	2,16	0,94
Grasa				
L*	81,60	81,66	0,73	0,88
a*	0,50	0,43	0,28	0,63
b*	11,05	11,27	0,90	0,64

<sup>1</sup> Parámetros colorimétricos:  $L^*$  (Lightness);  $a^*$ (redness);  $b^*$ (yellowness).

\* E.E.: Error estándar de la media.

#### 4.3 Parámetros físico-químicos del músculo *Longissimus dorsi*

##### 4.3.1 Resistencia al corte y largo de sarcómero

La resistencia al corte del músculo *Longissimus* madurado por 48 h fue similar ( $P = 0,26$ ) entre machos castrados y hembras (Tabla 4). El largo de sarcómero del músculo *Longissimus* también resultó similar entre las categorías evaluadas, promediando 2,02  $\mu\text{m}$ .

##### 4.3.2 Marmóreo y contenido de grasa intramuscular

El marmóreo fue mayor ( $P = 0,03$ ) en el músculo *Longissimus* de los machos castrados que en el de las hembras. Similares resultados se obtuvieron en el contenido de grasa intramuscular ( $P = 0,02$ ), siendo el mayor porcentaje observado en MC (tabla 4).

**Tabla 4.** Resistencia al corte, largo de sarcómero, grado de marmóreo y contenido de grasa intramuscular del músculo *Longissimus dorsi* de machos castrados (MC) y hembras (H).

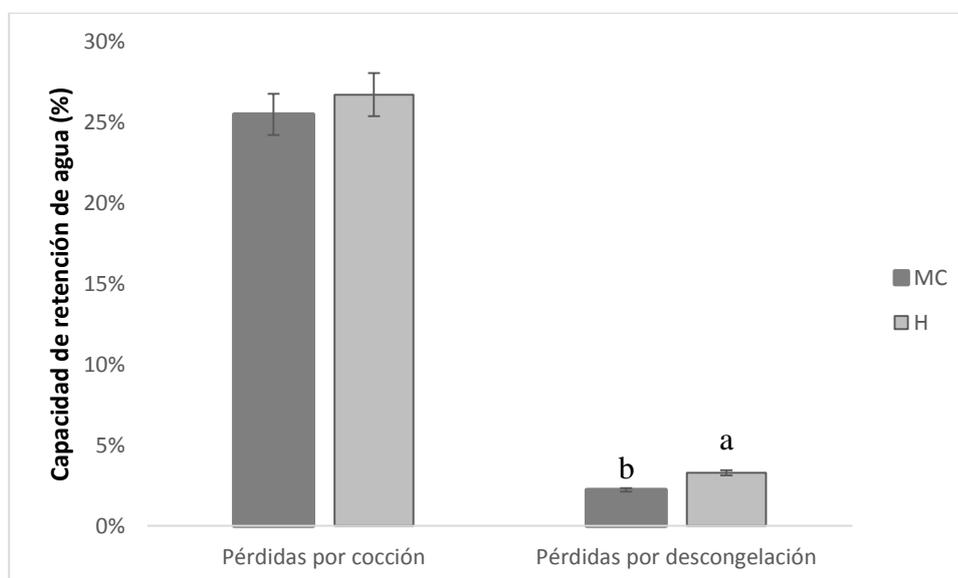
Variable	Sexo		EE	P valor
	MC	H		
Resistencia al corte, kg	3,7	3,2	0,86	0,26
Largo sarcómero, micrones	2,04	2,01	0,05	0,22
Grado de marmóreo	2,6	1,7	0,83	<b>0,03</b>
Grasa intramuscular, % del tejido fresco	3,48	2,60	0,79	<b>0,02</b>

Grado de marmóreo: escala 1 (nada de veteado) a 7 (elevado nivel de veteado)

EE.: Error estándar de la media.

#### 4.3.3 Pérdidas por descongelación y cocción del músculo *Longissimus*

Las pérdidas de peso por el congelado y descongelado fueron un 1,1% superiores ( $P < 0,05$ ) en el músculo LD de las hembras que en el de los machos castrados. Sin embargo, no se observaron diferencias entre ambos sexos ( $P = 0,55$ ) en las pérdidas de peso por cocción (Figura 2).



**Figura 2.** Pérdidas por congelación-descongelación y por cocción del músculo *Longissimus* de capones de las categorías machos castrados (MC) y hembras (H). Letras diferentes dentro de la misma categoría, significan diferencias significativas  $P < 0,05$ . Las barras error indicar el error estándar de las medias.

#### 4.4 Perfil de ácidos grasos

El contenido de AG saturados en el músculo *Longissimus* fue superior ( $P < 0,01$ ) en los machos castrados que en las hembras (Tabla 5), así como también de C16:0 y C18:0 ( $P \leq 0,04$ ). En tanto que la proporción de C22:5 n-3 y la relación de AGPI n-6: n-3 fueron mayores ( $P \leq 0,03$ ) en las hembras que en los machos castrados, no habiéndose encontrado diferencias entre los sexos para los restantes AG evaluados ( $P > 0,10$ )

**Tabla 5.** Proporción de ácidos grasos del músculo *Longissimus dorsi* de capones de las categorías Machos castrados (MC) y Hembras (H)

Tratamiento	MC	H	EE <sup>1</sup>	P valor
<i>N</i>	8	8		
<i>AG, mgAG/100 mg AG</i>				
AGS	37,90	36,46	0,27	<b>0,009</b>
C12:0	0,10	0,09	0,01	0,19
C14:0	1,34	1,31	0,01	0,29
C16:0	23,20	22,44	0,17	<b>0,02</b>
C18:0	11,91	11,19	0,17	<b>0,04</b>
AGMI	40,03	39,97	0,47	0,95
C16:1 cis-9	2,65	2,70	0,08	0,79
C18:1 cis-9	33,94	33,63	0,37	0,69
C18:1 cis-11	2,87	3,03	0,06	0,22
AGPI	18,99	20,15	0,54	0,29
C18:2 n-6	15,01	15,77	0,43	0,39
C18:3 n-3	1,24	1,21	0,03	0,76
C20:4 n-6	2,06	2,35	0,08	<b>0,08</b>
C20:4 n-3	0,03	0,04	0,01	0,21
C20:5 n-3	0,10	0,11	0,01	0,37
C22:5 n-3	0,34	0,39	0,01	<b>0,03</b>
$\Sigma$ n-6	17,07	18,12	0,49	0,29
$\Sigma$ n-3	1,82	1,88	0,04	0,57
AGPI n-6:n-3	9,33	9,64	0,06	<b>0,01</b>
AGPI:AGS	0,50	0,55	0,09	0,38
AGMI:AGS	1,04	1,09	0,07	0,19

AGS= C12:0+ C14:0+ C16:0+ C18:0

AGMI=C14:1 cis-9 + C16:1 cis-9 + C18:1 cis-9 + C18:1 cis-11

AGPI=C18:2 n-6 + C18:3 n-3 + C18:4 n-3 + C20:4 n-6 + C20:4 n-3 + C20:5 n-3 + C22:5 n-3 + C22:6 n-3

AGPI n-6 = C18:2 n-6 + C20:4 n-6

AGPI n-3 = C18:3 n-3 + C18:4 n-3 + C20:4 n-3 + C20:5 n-3 + C22:5 n-3 + C22:6 n-3

$\Sigma$  n-6 = C18:2n-6 + C18:3n-6 + C20:2n-6 + C20:4n-6.

$$\sum n-3 = C18:3n-3 + C20:4n-3 + C20:5n-3 + C22:5n-3.$$

$$AGPI \ n-6/n-3 = \sum n-6 / \sum n-3.$$

EE: Error estándar de la media

#### 4.5 Correlación entre variables físico-químicas

En la Tabla 6 se presentan los valores medios y el error estándar para las principales variables evaluadas y en la Tabla 7 muestra la correlación entre las variables de interés. Entre las características de la canal se observó que el peso de la canal se correlacionó positivamente con el espesor de grasa dorsal ( $P < 0,05$ ) y en menor medida con el AOB ( $P < 0,10$ ). Por su parte, se observó que el espesor de grasa dorsal, el contenido de grasa intramuscular y el grado de marmóreo se correlacionaron positivamente entre sí ( $P < 0,01$ ). El peso de la canal, a su vez, se correlacionó positivamente ( $P < 0,05$ ) con el pH a los 45 min post-mortem; el área de ojo de bife, negativamente con el largo de sarcómero ( $P < 0,05$ ); el espesor de grasa dorsal, positivamente con el contenido de grasa intramuscular, pH a las 24 h y con el valor- $a^*$  de color, pero negativamente con el valor- $L^*$  de color; se correlacionó negativamente con el largo de sarcómero. El contenido de grasa intramuscular mostro una correlación positiva con el grado de marmóreo, y una débil correlación positiva con el valor- $a^*$  de color. El marmóreo se correlaciono débilmente en forma positiva con el pH a las 24 h post-mortem y negativa con el valor  $L^*$ .

El pH a los 45 min se correlacionó ( $P < 0,01$ ) positivamente con el pH a las 24 h post-mortem; de estas dos determinaciones de pH, la primera (pH a los 45 min) mostro una débil ( $P < 0,10$ ) correlación negativa con las pérdidas por congelado-descongelado y con el valor- $L^*$ . En tanto que el pH a las 24 h mostró correlaciones negativas más fuertes ( $P < 0,05$ ) con estas dos variables. Ninguna de las variables estudiadas se correlacionó con la resistencia al corte ( $P > 0,10$ ), excepto con parámetro  $L^*$  ( $P < 0,01$ ), con el que presentó una correlación negativa.

**Tabla 6.** Media y error estándar de los tratamientos medidos en capones macho castrado y hembras

Variable	Nº	Media	EE*
PC <sup>1</sup>	16	99,81	1,447
AOB <sup>2</sup>	16	36,58	0,778
EGD <sup>3</sup>	16	23,48	0,785
GIM <sup>4</sup>	16	3,04	0,200
Marmóreo	16	2,19	0,209
pH 45 <sup>5</sup>	16	5,55	0,059
pH 24 <sup>6</sup>	16	5,38	0,051

<b>PPD %<sup>7</sup></b>	16	2,77	0,265
<b>PPC %<sup>8</sup></b>	16	26,11	0,953
<b>RC Kg</b>	16	3,49	0,215
<b>Largo de sarcómero <math>\mu\text{m}</math></b>	16	2,03	0,013
<b>L*</b>	16	54,29	0,902
<b>a*</b>	16	5,47	0,374
<b>b*</b>	16	16,97	0,542

<sup>1</sup>PC: Pesos de carcasas; <sup>2</sup>AOB: Área de ojo de bife; <sup>3</sup>EGD: Espesor de grasa dorsal en milímetros; <sup>5</sup>pH@45 m: pH del músculo *Longissimus dorsi* a los 45 m *post-mortem*; <sup>6</sup>pH 24: pH del músculo *Longissimus dorsi* a las 24 h *post-mortem*; <sup>7</sup>PPD %: Pérdidas por descongelación en porcentaje; <sup>8</sup>PPC % Pérdidas por cocción en porcentaje.

EE\*: Error estándar de la media.

**Tabla 7.** Coeficiente de correlación de Pearson entre variables de calidad de carne.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Características de carcasa y muestra														
A. PC1 <sup>1</sup>														
B. AOB <sup>2</sup>	<b>0,44<sup>t</sup></b>													
C. EGD <sup>3</sup>	<b>0,53<sup>*</sup></b>	0,17												
D. GIM <sup>4</sup>	0,13	<b>-0,44<sup>t</sup></b>	<b>0,59<sup>*</sup></b>											
E. Marmóreo	0,10	-0,28	<b>0,59<sup>**</sup></b>	<b>0,66<sup>**</sup></b>										
F. pH 45 <sup>5</sup>	<b>0,50<sup>*</sup></b>	0,09	0,33	0,08	0,42									
G. pH 24 <sup>6</sup>	0,36	0,12	<b>0,50<sup>*</sup></b>	0,02	<b>0,47<sup>t</sup></b>	<b>0,71<sup>**</sup></b>								
H. PPD % <sup>7</sup>	-0,24	0,26	-0,25	-0,07	-0,20	<b>-0,41<sup>t</sup></b>	<b>-0,53<sup>*</sup></b>							
I. PPC % <sup>8</sup>	<b>-0,48<sup>t</sup></b>	0,01	-0,30	-0,40	-0,15	-0,20	-0,07	0,17						
J. RC Kg	-0,16	0,08	0,24	-0,05	-0,06	0,21	0,31	0,00	0,39					
K. Largo de sarcómero $\mu\text{m}$	-0,17	<b>-0,49<sup>*</sup></b>	0,09	0,21	0,28	-0,23	-0,12	-0,32	0,07	-0,16				
Color del <i>longissimus dorsi</i>														
L. L <sup>*</sup>	-0,20	-0,24	<b>-0,70<sup>**</sup></b>	-0,32	<b>-0,43<sup>t</sup></b>	<b>-0,38<sup>t</sup></b>	<b>-0,56<sup>*</sup></b>	0,01	-0,15	<b>-0,69<sup>**</sup></b>	0,27			
M. a <sup>*</sup>	0,27	-0,04	<b>0,56<sup>*</sup></b>	<b>0,43<sup>t</sup></b>	0,16	-0,19	-0,14	0,20	-0,30	0,17	0,18	-0,21		
N. b <sup>*</sup>	0,13	-0,18	0,08	0,13	-0,34	-0,50	<b>-0,47<sup>t</sup></b>	-0,02	-0,32	-0,32	0,20	<b>0,45<sup>t</sup></b>	<b>0,60<sup>**</sup></b>	

<sup>t</sup>  $P \leq 0,10$ ; <sup>\*</sup>  $P < 0,05$ ; <sup>\*\*</sup>  $P < 0,01$

<sup>1</sup>PCC: Pesos de carcasas; <sup>2</sup>AOB: Área de ojo de bife; <sup>3</sup>EGD: Espesor de grasa dorsal en milímetros; <sup>5</sup>pH@45 m: pH del músculo *Longissimus dorsi* a los 45 m *post-mortem*; <sup>6</sup>pH 24: pH del músculo *Longissimus dorsi* a las 24 h *post-mortem*; <sup>7</sup>PPD %: Pérdidas por descongelación en porcentaje; <sup>8</sup>PPC %: Pérdidas por cocción en porcentaje.

#### 4.6 Análisis de correlación entre las principales variables y los parámetros sensoriales

En la Tabla 8 se presentan los valores medios y el error estándar para las principales variables sensoriales evaluados por Carini (com. pers. 2016). La Tabla 9 muestra la correlación entre las variables de interés. El grado de color global (CG) del músculo *Longissimus* se correlacionó positivamente con el grado de marmóreo ( $P < 0,01$ ), con el contenido de grasa intramuscular ( $P < 0,05$ ) y con los AGMI totales ( $P < 0,001$ ), pero negativamente con los AGPI totales y la relación AGPI: AGS ( $P < 0,001$ ). En tanto que la dureza (DU) del músculo *Longissimus* se correlacionó negativamente con el pH24 ( $P < 0,05$ ) y con el grado de marmóreo ( $P < 0,001$ ), una correlación positiva con AGPI: AGS y una baja correlación con los AGPI, además de una débil correlación negativa con contenido de grasa intramuscular y con AGPI ( $P < 0,01$ ). Por su parte, el grado de untuosidad (UN) se correlacionó positivamente con la proporción de AGPI ( $P < 0,01$ ), y negativamente con la proporción de AGMI ( $P < 0,05$ ). Además, mostro una débil ( $P < 0,1$ ) correlación negativa con el grado de marmóreo, resistencia al corte, largo de sarcómero y AGPI: AGS. El grado de fibrosidad (FI) se correlacionó ( $P < 0,05$ ) negativamente con el pH 45, grado de marmóreo y las pérdidas por cocción. Además de una débil correlación negativa con el pH 24.

El aroma característico (AC) se correlacionó con el contenido de grasa intramuscular ( $P < 0,10$ ) y el contenido de AGMI ( $P < 0,05$ ), además una correlación ( $P < 0,10$ ) con los AGPI. La persistencia (PE) presentó una correlación con el EGD, el LS, el contenido de grasa intramuscular ( $P < 0,01$ ) y con los AGMI ( $P < 0,05$ ), además una baja correlación negativa con AGPI y la relación AGPI: AGS ( $P < 0,1$ ). Las restantes asociaciones no fueron significativas ( $P > 0,05$ ).

**Tabla 8.** Media y error estándar de los tratamientos medidos en capones macho castrado y hembras.

Variable	Nº	Media	EE*
CG	16	5,56	0,18
DU	16	4,38	0,20
UN	16	2,48	0,19
FI	16	4,14	0,21
AC	16	5,56	0,18
PE	16	6,08	0,29

CG, color global; DU, dureza; UN, untuosidad; FI, fibrosidad; AC, aroma característico; PE, persistencia (extrapolado del trabajo realizado por Carini (com. Pers 2015). EE\*: Error estándar de la media

**Tabla 9.** Coeficiente de correlación de Pearson entre las principales variables físico-químicas y los parámetros sensoriales.

	CG	DU	UN	FI	AC	PE
pH45	0,03	-0,26	0,08	<b>-0,54*</b>	-0,27	0,06
pH24	0,03	<b>-0,46*</b>	-0,18	<b>-0,42<sup>t</sup></b>	-0,14	0,09
EGD	0,23	-0,37	-0,28	-0,24	0,08	<b>0,41<sup>t</sup></b>
MAR	<b>0,61**</b>	<b>-0,63***</b>	<b>-0,45<sup>t</sup></b>	<b>-0,49*</b>	0,25	0,29
RC	0,02	0,12	<b>-0,45<sup>t</sup></b>	-0,10	0,32	0,12
LS	0,30	-0,13	<b>-0,44<sup>t</sup></b>	-0,16	0,09	<b>0,52*</b>
%PPC	-0,04	0,38	-0,13	<b>-0,35*</b>	0,11	-0,26
%PPD	-0,09	0,11	0,17	-0,25	0,31	-0,09
GIM	<b>0,52*</b>	<b>-0,46<sup>t</sup></b>	-0,37	-0,28	<b>0,45<sup>t</sup></b>	<b>0,57**</b>
AGMI	<b>0,84***</b>	<b>-0,41<sup>t</sup></b>	<b>-0,59*</b>	0,20	<b>0,54*</b>	<b>0,48*</b>
AGPI	<b>-0,83***</b>	<b>0,45<sup>t</sup></b>	<b>0,57**</b>	-0,18	<b>-0,45<sup>t</sup></b>	<b>-0,45<sup>t</sup></b>
AGPI:AGS	<b>-0,80***</b>	<b>0,43*</b>	0,54 <sup>t</sup>	0,18	-0,01	<b>-0,46<sup>t</sup></b>

Nivel de significancia: <sup>t</sup>  $P < 0,1$ ; \*  $P < 0,05$ ; \*\*  $P < 0,01$ ; \*\*\*  $P < 0,001$

CG, color global; DU, dureza; UN, untuosidad; FI, fibrosidad; AC, aroma característico; PE, persistencia  
 Variables físico-químicas: pH@45 m: pH del músculo *Longissimus dorsi* a los 45 m *post-mortem*; 24: pH del músculo *Longissimus dorsi* a las 24 h *post-mortem*, EGD: Espesor de grasa dorsal en milímetros, MAR: marmóreo, RC: resistencia al corte; LS: largo de sarcómero, PPD %: Pérdidas por descongelación en porcentaje; <sup>7</sup>PPC % Pérdidas por cocción en porcentaje; GIM: contenido grasa intramuscular, AGMI: ácidos grasos monoinsaturados; AGPI: ácidos grasos poli insaturadas; AGPI: AGS en el *Longissimus dorsi* de MC y H.

## 5. DISCUSIÓN

Los parámetros de calidad de canal como peso vivo pre-faena, el rendimiento de la res y sus parámetros de calidad constituyen componentes de gran relevancia, no sólo para productores por como impactan en las variables de costos/ingresos en un criadero, sino también para la industria cárnica. Sí bien se esperaba encontrar una diferencia entre tratamientos en el peso vivo pre-faena, en nuestro caso no se observaron dichas diferencias. La falta de diferencia entre sexos del peso pre-faena no concuerda con lo observado por Latorre *et al.* (2003) en Duroc (Landrace x Large White) y Gispert *et al.* (2010) utilizando (Landrace x Duroc) x Pietrain, quienes observaron mayor peso pre-faena en los MC. Friesen *et al.* (1994), Cisneros *et al.* (1996) y Augspurger *et al.* (2002) sugieren que la diferencia en el peso del animal pre-faena se atribuye a un mayor consumo de alimento de los MC, que les permite obtener mayores tasas de crecimiento. Sin embargo, nuestros resultados concuerdan con los de Jaturasitha *et al.* (2006), al evaluar ambas categorías en un híbrido Large White x Landrace x Segher, Boler *et al.* (2014) en cuatro líneas terminales, y por Franco *et al.* (2014), en un híbrido Celta x (Duroc x Landrace), quien sugiere que la falta de diferencias se estaría asociada al mayor engrasamiento de los MC respecto de las H. Esto estaría de acuerdo con el mayor engrasamiento observado en MC que en H en el presente trabajo. Los autores explican la falta de diferencia en peso pre-faena, a que el mayor consumo por parte de MC, no se traduciría en mayor peso pre faena, debido a que esa mayor energía consumida se transformaría en grasa y no en músculo, observándose este patrón principalmente en líneas magras (<2,4%GIM al momento de faena, PV 100 a 110 kg). En este sentido, Cisneros *et al.* (1996), cita que la variación en la tasa de crecimiento entre MC y H puede variar entre genotipos, por lo cual sugiere la necesidad de analizar las diferencias entre sexos en cada híbrido. Los resultados de nuestro estudio además son apoyados por el mayor EGD y % GIM en MC sobre las H. Independientemente de la línea genética, en general, en cerdos, los MC depositan más grasas que las H, y es sabido que a mayor depósito de grasa menor el IC; por lo tanto, en líneas grasas los MC alcanzan los niveles de grasa suficientes para no generar una diferencia entre ambos sexos en rendimientos carniceros (Friesen *et al.*, 1994). La menor concentración de hormonas sexuales en MC respecto a las H, explicaría la diferencia entre sexo, ya que dichas hormonas producirían una modificación en el

metabolismo lipídico y proteico, generando que la energía se transforme en mayor proporción en grasa en MC (Trefan, 2011).

La falta de diferencia en rendimiento de la res y peso de la carcasa, coincide con lo observado por Cisnero *et al.* (1996); Boler *et al.* (2014); en tanto que Dunshea *et al.* (2001) y Gispert *et al.* (2010) habían reportado iguales rendimientos en MC que H y mayores pesos pre faena y de carcasa. Según los autores, los menores rendimientos de res observados en MC serían debidos al mayor peso del contenido intestinal resultados de su mayor nivel de consumo. Por otro lado, Langlois y Minvielle (1989) y Ellis *et al.* (1996) encontraron que el rendimiento de la canal era mayor en H que en MC. Las discrepancias observadas entre los autores podrían estar relacionadas con las diferencias en el método utilizado para recortar el sistema reproductivo en el matadero (Latorre *et al.*, 2003).

Dos de los parámetros o índices productivos de interés son el AOB y EGD. Por un lado, se esperaba un mayor AOB en H que en MC debido a la mayor proporción magra que las H presentan sobre los MC (Guimaraes *et al.*, 2011). Sin embargo, al igual que en nuestro ensayo Caldara *et al.* (2013) y Boler *et al.* (2014) no encontraron diferencias en el AOB, sugiriendo que la falta de diferenciación puede ser debida a la falta de diferenciación en el tipo de fibras musculares entre MC y H de este híbrido (Larzul *et al.*, 1997). Por otro lado, el mayor EGD encontrado en MC, se debería a un aumento del metabolismo lipídico en MC que en H (Jaturashita *et al.*, 2006; Trefan *et al.*, 2013).

El mayor valor de luminosidad L\* en el músculo *Longissimus* de las H que de los MC concuerda con lo reportado por D'Souza y Mullan (2002) en Large White x (Landrace x Duroc), Lloveras *et al.* (2008) en la línea H321 y Scheffler *et al.* (2013) en línea sintética de Duroc (PIC; Hendersonville, TN). Esto estaría asociado a un descenso más acelerado del pH 45 muscular observado en H que en MC. A mayor velocidad de descenso del pH, se produciría una menor retención de agua, por parte de las fibras musculares, es decir menor CRA (Hughes *et al.*, 2014). Esto genera que las fibras musculares se separen, produciendo una estructura de fibras desordenadas con un gran espacio extracelular, reflejando la luz en mayor proporción desde la superficie y generando mayores valores de L\* en este tipo de carnes (Boler *et al.*, 2010). La correlación negativa entre el parámetro L\* con pH 45 apoya los resultados observados, concordando con los ensayos de Allison *et al.* (2003) y Boler *et al.* (2010). El más rápido descenso del pH 45 se explicaría a que las H en general, presentan un mayor nivel de estrés que los MC, momentos previos a la

faena, debido a mayor nivel hormonal (D'Souza y Mullan 2002; Lloveras *et al.*, 2008; Scheffler *et al.*, 2013).

Si bien otros autores sugieren que el color de la carne puede ser afectado por el nivel de marmóreo (mayor marmóreo, carne más blanca, (como se había hipotetizado en nuestra tesis., las diferencias observadas en pH habrían borrado este efecto de la grasa intramuscular (Kim *et al.*, 2013). El menor pH 45 min en H se debería a la mayor carga hormonal y actividad de las hembras (D'Souza y Mullan 2002; Lloveras *et al.*, 2008) y a la mayor proporción de fibras blancas que llevaría a una mayor actividad glicolítica (Larzul *et al.*, 1997; Okrouhla *et al.*, 2014). La mayor proporción de fibras blancas (glicolíticas) de las hembras también podría explicar el menor pH final observado en ellas (Monin 1988; Larzul *et al.*, 1997; Okrouhla *et al.*, 2014). Las fibras blancas tienen una mayor concentración de glucógeno que las fibras rojas, esto permitiría un mayor descenso del pH final. El menor pH 45 y pH final en H explicaría el menor CRA en el músculo de H. A su vez una mayor proporción de fibras blancas en las hembras también permitiría explicar su menor contenido de grasa intramuscular, marmóreo. La composición de fibras musculares no fue evaluada en nuestro estudio, se considera necesario que se debe analizar en trabajos futuros.

En función a una mayor concentración de GIM y pH en carnes de MC se esperaba que la terneza sea diferente entre MC y H. Uno de los factores que explican la terneza de la carne es la resistencia al corte (RC). La falta de diferencia en RC entre MC y H se podría atribuir a la inmadurez del tejido conectivo, sugerida por diferentes autores entre ellos Latorre *et al.* (2003); Jelenikova *et al.* (2008); Caldara *et al.* (2013) quienes utilizaron híbridos semejantes a nuestro estudio. Sin embargo, en nuestro estudio no fueron evaluados parámetros para determinar inmadurez de tejido. En contraposición, Jaturasitha *et al.* (2006) encontraron diferencias en la resistencia al corte y las asociaron con diferencias en el nivel de marmóreo o grasa intramuscular. Los machos, con mayor proporción de GIM, presentaron menor RC, parámetros que se correlacionan entre sí (Huff-Lonergan *et al.*, 2002; Jelenokova *et al.*, 2008). Si bien en nuestro trabajo también se observó un mayor contenido de GIM en MC que en H, la falta de diferencia en RC se debería a que es necesario una variación de más del 1,2 % de GIM en MC que, en H, con valores superiores a 2,7 % de GIM (Smith y Carpenter 1974; DeVol *et al.*, 1988; Jelenikova *et al.*, 2008), mientras que en el presente trabajo la variación fue solo de 0,9%. Por lo cual, la falta de diferencia en RC en el presente trabajo podría atribuirse a que las

diferencias en GIM (0,9%) no serían lo suficientes. A su vez, en el presente trabajo, el pH final de las hembras fue inferior y podría haber permitido un mayor accionar de las enzimas proteolíticas contrarrestando un posible efecto positivo del mayor nivel de marmóreo de los MC.

Por otro lado, se había hipotetizado que la diferencia en la RC entre MC y H podía ser explicada por la existencia de una CRA diferencial. Una mayor CRA, aumenta el diámetro de la fibra y produce un efecto de dilución, lo que mejora la terneza y la jugosidad en carne y por lo tanto mayor aceptación del producto (DeVol *et al.*, 1988). La mayor CRA encontrada en MC concuerda con lo reportado por Unruh *et al.* (1996); Jaturasitha *et al.* (2006) y es apoyada por los resultados obtenidos en nuestro estudio, en el cual observamos una correlación negativa de esta variable con fibrosidad. Además, se planteó que la variación de la RC entre tratamientos, se explicaría por una diferencia en el largo de sarcómero, parámetros de elevada correlación (Wheeler *et al.*, 2000). Sin embargo, en cerdos longitudes de sarcómero mayores a 2  $\mu\text{m}$  asegurarían la terneza asociada a este parámetro (Wheeler *et al.*, 2000); esto apoya a nuestros resultados además de la falta de diferencias entre tratamiento.

En el estudio realizado por Carini (com. Pers., 2016) el color global fue uno de los parámetros sensoriales que tuvo diferencia entre MC y H; observándose una mejor puntuación en la carne de MC que la de las H. Con los resultados obtenidos en los parámetros físico-químicos y las diferencias encontradas en los paneles sensoriales, se puede observar que los consumidores prefieren una carne más oscura y más roja. Esta mayor puntuación se podría explicar a la probable mayor concentración de mioglobina en carne proveniente de machos castrados, (Latorre *et al.*, 2003) y a un menor valor  $L^*$ , el cual a la percepción visual se vería una carne más oscura y roja (Scheffler *et al.*, 2013).

La mayor dureza y fibrosidad observada por Carini (com. pers., 2016) en muestras de *Longissimus* de los mismos animales utilizados en el presente trabajo, podría ser explicadas por una menor concentración de GIM en H. Según Smith y Carpenter (1974); Unruh *et al.* (1996); Fernandez *et al.* (1999), una mayor concentración de GIM en MC con respecto a las H, produciría en los consumidores una sensación de menor fibrosidad y menor dureza en carne. Esto es debido a que la grasa intramuscular, lubricaría las fibras y fibrillas musculares, lo que generaría un producto más tierno y jugoso (Savell y Cross, 1988). A su vez, la grasa tiene menor resistencia al corte

respecto a la proteína coagulada de la carne cocida. Es decir que, dentro de una porción dada de la carne cocida, a mayor marmóreo, disminuye la densidad aparente al reemplazar la proteína con lípidos. La disminución de la densidad aparente se acompaña de un aumento en la sensibilidad real, lo que genera carnes más tiernas y jugosas (Savell y Cross, 1988). Similares resultados fueron observados por Barton-Gate (1984); Latorre *et al.* (2003); Jaturasitha *et al.* (2006) y Trefan (2013).

Un rango entre el 3 al 3,5 % de GIM es necesario para asegurar la mayor aceptación de carne porcina en consumidores (Dikeman 1987; Fernandez *et al.*, 1999; Gnapo *et al.*, 2007; Jelenikova *et al.*, 2008). Observándose diferencias en los parámetros de texturales en animales con  $< 2,5\%$  y  $> 3,5\%$  (DeVolt., 1998; Fernandez *et al.*, 1999), diferencias similares a las encontradas en nuestro ensayo. Que además es apoyada por la correlación entre variables.

Por otra parte, se puede explicar que la carne de H sea puntuada como más dura y más fibrosa, por la menor CRA, las pérdidas de líquidos hacen que se perciba una carne más dura y fibrosa. A mayor retención de agua, disminuye la densidad de la fibra lo que genera una menor dureza y fibrosidad de la carne. Además, en coincidencia con DeVol *et al.* (1988); Schäfer *et al.* (2002) el mayor CRA en MC también se podría explicar por el mayor nivel de GIM en MC que en H. Los lípidos podrían atrapar la humedad del músculo, aumentando la CRA lo que resultaría en una mejora en la jugosidad y baja la dureza (Wood, 2003). Se puede concluir que los MC tienen mejores puntuaciones de terneza y fibrosidad debido a la mayor concentración de grasa intramuscular, y mayor CRA (Jelenikova *et al.*, 2008).

Carini (com. pers., 2016) observó una mayor persistencia del aroma (PE), así como una mayor puntuación en el aroma característico (AC) en carne de MC comparado con las H. El mayor % GIM por parte de MC, provocaría una mayor oxidación lipídica durante la cocción, mejorando el aroma y su persistencia (Pearson *et al.*, 1977; Wood *et al.*, 2003). Similares resultados fueron encontrados por Jeong *et al.* (2010) al evaluar los atributos sensoriales entre MC y H de la raza Berkshire. En nuestro estudio los parámetros de PE y AC se encuentran correlacionados a la de GIM, es decir que se interpreta que a mayor concentración de GIM mejora el PE y el AC. Sin embargo, Fernández *et al.* (1999 b) remarca que es importante señalar que los niveles del GIM superiores al 3,5% están asociados a puntajes de rechazo por parte de consumidores,

lo que puede atribuirse a un alto nivel de marmóreo y al desmejoramiento de la textura y el sabor.

El perfil de ácidos grasos de la carne porcina constituye un parámetro de gran importancia en ciertas variables sensoriales. Entre ellas, sabor, aroma característico, persistencia del aroma y firmeza del tejido graso (Wood *et al.*, 2003). El aroma de la carne se encuentra directamente asociado a la oxidación lipídica que ocurre durante el proceso de cocción (Wood *et al.*, 2003), generando compuestos volátiles característicos. En concordancia a lo observado por Cameron y Enser (1991), la proporción de ácidos grasos mono-insaturados se correlacionó con el aroma característico y la persistencia en el aroma. Esta correlación se debería al proceso oxidativo de los AGMI los cuales afectarían a estas variables. Sin embargo, no permitiría explicar las diferencias de aroma entre sexos. Si bien hay diferencias entre tratamientos en AGS, no se observa una correlación entre AGS y aroma ni persistencia del mismo, por lo tanto, ésta no explicaría las diferencias encontradas, se puede explicar la misma, debido a la falta de oxidación de los mismos AGS. En tanto que, Whittington *et al.* (1986) y Wood *et al.* (2003) sugieren que las diferencias en la proporción de C18:0 observadas entre MC y H permitirían explicar parte de las diferencias encontradas en persistencia del aroma y aroma característico de la carne de MC y H, debido a la correlación que encuentran los autores entre variables. Sin embargo, sí bien hubo diferencia en C 18:0 entre MC y H, el ácido esteárico no se correlacionó con las variables sensoriales medidas.

## 6. CONCLUSIÓN

Si bien el sexo de los animales no afecta las características de la canal, si genera diferencias en las características de calidad de carne en uno de los músculos de mayor valor comercial, *longissimus dorsi*.

Las diferencias en calidad de carne estuvieron dadas principalmente por una menor luminosidad (valor L\*, Sistema CIELab), mayor CRA, mayor marmóreo y contenido de grasa intramuscular en MC que en H.

Los menores niveles de luminosidad (L\*, CIELab) en carne estuvieron asociados mayores niveles de marmóreo, menores valores de pH45 y pH24, aunque no estuvo asociado con el porcentaje de grasa intramuscular.

Las diferencias en dureza y fibrosidad detectadas en el panel sensorial entrenado no se asociaron con diferencias en RC entre sexos, pero si con diferencias en el contenido de grasa intramuscular, capacidad de retención de agua y pH de la carne. Estas últimas variables se asociaron negativamente con la dureza y la fibrosidad de la carne. Las mayores puntuaciones en sabor y jugosidad otorgadas por el panel sensorial a la carne de MC se asociaron a una mayor concentración de grasa intramuscular y mayor CRA, pero no con variaciones en su perfil de ácidos grasos.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- A.A.P.P (Asociación Argentina Productores de Porcinos). 2015. Datos Estadísticos 2015. <http://www.porcinos.org.ar/0018.htm> [consulta: 31 mayo 2017].
- ABRIL, M.; CAMPO, M.M.; O'NENC, A.; SAÑUDO, C.; ALBERTÍ, P.; NEGUERUELA, A.I. 2001. Beef colour evolution as a function of ultimate pH. *Meat Science*. 58: 69-78.
- AGROINDUSTRIA. SECRETARIA DE AGROINDUSTRIAS. 2018. Resultados económicos ganaderos. Boletín Oficial junio 2014. (En línea): <https://www.argentina.gob.ar/agroindustria> [consulta: 5 octubre 2018].
- ALBAR, J.; LATIMIER, P.; GRANIER, R. 1990. Poids d'abattage: évolution des performances d'engraissement et de carcasse de porcs abattus au delà de 100 kg. *Journées Recherche Porcine* 22, 119–132
- ALLISON, C.P.; BATES, R.O.; BOOREN, A.M.; JOHNSON, R.C.; DOUMIT, M.E. 2003. Pork quality variation is not explained by glycolytic enzyme capacity. *Meat Science* 63:17–22.
- ALMADA, C.; CARDUZA, F.; COSSU, M.; SANCHEZ, G.; GRIGIONI, G.; IRURUETA, M.; PICALLO, M. 2009. Manual de procedimiento: Determinación de los parámetros de calidad física y sensorial de carne porcina. Ediciones INTA: Buenos Aires, 82p..
- AMSA. 1995a. Sensory Evaluation and Instrumental Tenderness Measurement of Fresh Meat. In: *Research Guidelines for Cookery*. Meat American Science Association and National Live Stock and Meat Board. Chicago, IL.
- AMSA. 1995b. Beef Steak Color Guide: Degrees of Doneness. The Official Guide published by the American Meat Science Association in cooperation with the National Live Stock and Meat Board and the U.S. Department of Agriculture/ARS.
- ANZALDÚA-MORALES, A. 1994. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Acribia: Zaragoza. 216p.
- ARAÚJO, L. F.; RIVERA ULLOA, J.A.; SOARES DA SILVA, C. 2017 Efecto de la nutrición sobre la calidad de carcasa en cerdos. [en línea]. <http://www.actualidadporcina.com>. [consulta: 16 abril 2018 ].
- ARCHILE-CONTRERAS, A.C.; MANDELL, I.B.; PURSLOW, P.P. 2010. Disparity of dietary effects on collagen characteristics and toughness between two beef muscles. *Meat Science*. 86: 491-497.

- AUGSPURGER, N.R.; ELLIS, M.; HAMILTON, D.N.; WOLTER, B. F.; BEVERLY, J. L.; WILSON, E.R. 2002. The effect of sire line on the feeding patterns of grow-finish pigs. *Applied Animal Behaviour Science*. 75: 103-114.
- AUQUI SILVERA, S. M. 2014. Estrategias productivas y alimentarias para mejorar la calidad de la canal y de la carne de chato Murciano. Universidad de Murcia, Facultad de Veterinarias. 221p.
- BARTON-GADE, P.A. 1984. Some experience on measuring the quality of pork fat. En: Wood, J.D. (ed.). *A Workshop in CEC Programme of Coordination of Research on Animal Husbandry*, Brussels. Meat Research Institute Special Report No. 2 pp. 47-52.
- BARTON-GADE, P.A. 1987. Meat and fat quality in boards, castrates and gilts. *Livest. Production. Science* 16: 187-196.
- BAVERA, G. A. 2005. Tipificación. [en línea] Sitio Argentino de Producción Animal [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/comercializacion/11-tipificacion.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/comercializacion/11-tipificacion.pdf) [Consulta: 08 Octubre 2017].
- BELEW, J.B.; BROOKS, J.C.; McKENNA, D.R.; SAVELL, J.W. 2003. Warner-Bratzler shear evaluations of 40 bovine muscle. *Meat Science*. 64: 507-512.
- BERTRAM, H. C.; ANDERSEN, H. J.; KARLSSON, A. H. 2001. Comparative study of low-field NMR relaxation measurements and two traditional methods in the determination of water holding capacity of pork. *Meat Science*. 57:125–132.
- BICKERSTAFFE, R.; BEKHIT, A. E. D.; ROBERTSON, L. J.; ROBERTS, N.; GEESINK, G. H. 2001. Impact of introducing specifications on the tenderness of retail meat. *Meat Science*. 59: 303–315.
- BOLEMAN, S. J.; BOLEMAN, S. L.; MILLER, R. K.; TAYLOR, J. F.; CROSS, H. R.; WHEELER, T. L.; KOOHMARAIE, M.; SHACKELFORD, S. D.; MILLER, M. F.; WEST, R. L.; JOHNSON, D. D.; SAVELL, J. W. 1997. Consumer evaluation of beef of known categories of tenderness. *Journal of Animal Science*. 75: 1521-1524.
- BOLER, D.D.; DILGER, A.C.; BIDNER, B.S.; CARR, S.N.; EGGERT, J.M.; DAY, J.W.; ELLIS, M.; MCKEITH, F.K.; KILLEFER, J. 2010. Ultimate pH explains variation in pork quality traits. *Journal Muscle Foods*. 21:119–130.

- BREWER, M.S.; MCKEITH, F.K. 1998. Consumer-rater quality characteristic as related to purchases intent of fresh pork. *Journal Food Science*. 64(1): 171-174.
- BREWER, M.S.; ZHU, L.G.; MCKEITH, F.K. 2001. Marbling effects on quality characteristics of pork loin chops: consumer purchase intent, visual and sensory characteristics. *Meat Science*. 59: 153-163.
- C.A.A: Código Alimentario Argentino. Alimentos cárneos y afines carnes de consumo frescas y envasadas 2017 [en línea].  
[http://www.anmat.gov.ar/alimentos/normativas\\_alimentos\\_caa.asp](http://www.anmat.gov.ar/alimentos/normativas_alimentos_caa.asp) [consulta 04 febrero 2018]
- CALDARA, F.R.; MOI, M.; DOS SANTOS, L.S.; de LIMA ALMEIDA PAZ, I.C. GARCIA, R.G.; de ALENCAR NÄÄS, I.; FERNANDES, A.R.M. 2013. Carcass characteristics and qualitative attributes of pork from immunocastrated animals. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 26: 1630-1636.
- CAMERON, N.D.; ENSER, M. 1991. Fatty acid composition of lipid in *Longissimus dorsi* muscle of Duroc and British Landrace pigs and its relationship with eating quality, *Meat Science*. 29: 295-307.
- CAMPION, D. S. 2013. Calidad de la carne porcina según el sistema de producción. Trabajo Final de Grado . Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina. Buenos Aires, 49p.
- CANDEK-POTOKAR, M.; ZLENDER, B; LEFOUCHEUR, L.; BONNEAU, M. 1998. Effects of age and/or weight at slaughter on longissimus muscle: Biochemical traits and sensory quality in pigs. *Meat Science*. 48: 287–300.
- CARDUZA, F.; GRIGIONI, G.; IRURUETA, M. 2014. Evaluación organoléptica de calidad en carne A Pedido del Consumidor., [en línea] Sitio Argentino de Producción Animal [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/carne\\_y\\_subproductos/65-evaluacion\\_organoleptica.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/carne_y_subproductos/65-evaluacion_organoleptica.pdf) [consulta: diciembre 2018]
- CISNEROS, F.; ELLIS, M.; MCKEITH, F.K.; MCCAWE, J.; FERNANDO, R.L. 1996. Influence of slaughter weight on growth and carcass characteristics, commercial cutting and curing yields, and meat quality of barrows and gilts from two genotypes. *Journal Animal Science*. 74(5): 925-33.
- COMA, J.; PIQUER, J.; 2000. Calidad de carne en porcino: efecto de la nutrición. En: XV curso de especialización avances en nutrición y alimentación animal; Grupo Vall Companys : Barcelona.pp.197-222.

- CORREA, J.A.; FAUCITANO, L.; LAFOREST, J.P.; RIVEST, J.; MARCOUX, M.; GARIÉPY, C. 2006. Effects of slaughter weight on carcass composition and meat quality in pigs of two different growth rates. *Meat Science*. 72:91–99.
- COSTA-LIMA, B.R.C.; CANTO, A.C.V.C.S.; SUMAN, S.P.; CONTE-JUNIOR, C.A.; SILVEIRA, E.T.F.; SILVA, T.J.P. 2014. Sex-specific effect of ractopamine on quality attributes of pork frankfurters. *Meat Science*.96: 799-805.
- CROSS, H.R.; WEST, R.L.; DUTSO, T.R. 1981. Comparison of methods for measuring sarcomere length in beef semitendinosus muscle *Meat Science*. 5: 261–269.
- CUBILLOS, R.G. 2016. “No todo es maíz y soja, alternativas en alimentación porcicola”. [en línea] < <http://www.proseagro.com/no-todo-es-maiz-y-soja-alternativas-en-alimentacion-porcicola/>> [consulta 5 Octubre 2017].
- D’SOUZA, D. N.; MULLAN, B. P. 2002. The effect of genotype, sex and management strategy on eating quality of pork. *Meat Science*. 60: 95–101.
- DE LA LLATA, M.; DRITZ, S.S.; TOKACH, M.D.; GOODBAND, R.D.; NELSEN, J.L.; LOUGHIN, T.M. 2001. Effects of dietary fat on growth performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs reared in a commercial environment. *Journal Animal Science*. 79(10): 2643-2650.
- DE SMET, S.M.; PAUWELS, H.; DE BIE, S.; DEMEYER, D.I.; CALLEWIER, J.; EECKHOUT, W. 1996. Effect of halothane genotype, breed, feed withdrawal and lairage on pork quality of Belgian slaughter pigs. *Journal Animal Science*. 74: 1854-1863.
- DEVOL, D.L.; MCKEITH, F. K.; BECHTEL, P.J.; NOVAKOFSKI, J.; SHANKS, R.D.; CARR, T.R. 1988. Variation in composition and palatability traits and relationships between muscle characteristics and palatability in a random sample of pork carcasses. *Journal Animal Science*. 66: 385-395.
- DIKEMAN, M. 1987. Fat reduction in animals and the effects on palatability and consumer acceptance of meat products. 40<sup>th</sup>. Reciprocal Meat Conference American Meat Science Association pp. 93–103.
- DIKEMAN, M.; DEVINE, C. 2014. *Encyclopedia of Meat Sciences* 2<sup>nd</sup>. ed. Academic Press. 525 B Street, Suite 1800, San Diego, CA, USA pp.148-166.

- DOLZ, S. 1996. Utilización de grasas y subproductos lipídicos en monogástricos. XII curso de especialización FEDNA (fundación española para el desarrollo de la nutrición animal) Madrid, 1996, pp13.
- DRANSFIELD, E. 1994. Optimization of tenderization, ageing and tenderness. *Meat Science*. 36: 105-121.
- DU, M.; AHN, D. 2002. Effect of dietary conjugated linoleic acid on the growth rate of live birds and on the abdominal fat content and quality of broiler meat. *Poultry Science*. 81:428–433.
- DUNSHEA, F.R.; COLANTONI, C.; HOWARD, K.; MCCAULEY, I.; JACKSON, P.; LONG K.A.; LOPATICKI, S.; NUGENT, E.A.; SIMONS, J.A.; WALKER, J.; HENNESSY D.P. 2001. Vaccination of boars with a GnRH vaccine (Improvac) eliminates boar taint and increases growth performance. *Journal of Animal Science*. 79: 2524–2535.
- ELLIS, M.; AVERY, P. J. 1990. The influence of heavy slaughter weights on growth and carcass characteristics of pigs. *Animal Production* 50: 569 (Abstract).
- ELLIS, M.; WEBB, A. J.; AVERY, P. J.; BROWN, I. 1996. The influence of terminal sire genotype, sex, slaughter weight, feeding regime and slaughter-house on growth performance and carcass and meat quality in pigs and on the organoleptic properties of fresh pork. *Animal Science*, 62, 521–530.
- ELLIS, M.; MCKEITH, L.L. 1999. Nutritional influence on pork quality. [en línea] Extension <https://articles.extension.org/pages/27434/nutritional-influences-on-pork-quality> [consulta: diciembre 2018]
- ENSER, M. 1984. The chemistry, biochemistry and nutritional importance of animal fats In; Wiseman, J. (ed.), *Fats in animal nutrition*. Butterworths: London. Pp. 23–51.
- ENSER, M.; HALLETT, K.G.; HEWETT, B.; FURSEY, G.A.J.; WOOD, J.D.; HARRINGTON, G. 1998. Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. *Meat Science*. 49: 329–341.
- ESTEVEZ, R.; HARCOS E.D.; CERVELLINI, J. 1985. Tasa de crecimiento de cerdos capones y hembras sin servicio bajo un mismo régimen alimenticio alojados por diferencia de sexo. *Revista Facultad de Agronomía Universidad Nacional de La Pampa*. 1: 1-2.

- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2010. Fats and fatty acids in human nutrition. Report of an expert consultation. FAO: Roma, IT Food and Nutrition Paper N° 91 pp. 59-66.
- FERNANDEZ, G.; MONIN, A.; TALMANT, J.; MOUROT, B.; LEBRET. 1999, a. Influence of intramuscular fat on the quality of pig meat—1. Composition of the lipidic fraction and sensory characteristics of muscle longissimus lumborum. *Meat Science*, 53 (1): 59–65
- FERNANDEZ, G.; MONIN, A.; TALMANT, J.; MOUROT, B.; LEBRET, B. 1999, b Influence of intramuscular fat on the quality of pig meat—2. Consumer acceptability of muscle longissimus lumborum. *Meat Science*. 53 (1): 67–72.
- FISCHER, C.; HAMM, R. 1980. Biochemical studies on fast glycolysing bovine muscle. *Meat Science*. 4: 41-49.
- FISHER, P.; MELLETT, F.D.; HOFFMAN, L. C. 2000. Halothane genotype and pork quality. 1. Carcass and meat quality traits from the three halothane genotypes. *Meat Science* 54:97-105.
- FRANCO, D.; VAZQUEZ, J. A.; LORENZO, J. M. 2014. Growth performance, carcass and meat quality of the Celta pig crossbred with Duroc and Landrace genotypes. *Meat Science*, 96(1): 195-202.
- FRIESEN, K. G.; NELSEN, J. L.; UNRUH, J.A.; GOODBAND, R.D.; TOKACH, M.D.. 1994. Effects of the interrelationship between genotype, sex, and dietary lysine on growth performance and carcass composition in finishing pigs fed to either 104 or 127 kilograms. *Journal Animal Science* 72: 946- 954.
- GALIÁN, M. 2007. Características de la canal y de la calidad de la carne, composición mineral y lipídica del cerdo Chato Murciano y su cruce con el Ibérico. Efecto del sistema de manejo. Tesis doctoral. Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia. España.. 366 p.
- GALIETTA, G. 2005. Calidad de la carne porcina. En: Taller “Utilización de pasturas en la alimentación de cerdos”. Facultad de Agronomía, Universidad de la República. Uruguay. pp.33-38.
- GANELANG, B.; MOREKI, J.C.; TSOPITO, C.M.; NSOSO, S.J. 2014. Effect of weaning age and sex on bone development of pigs raised under intensive system and

slaughtered at 70 kg body weight. *Journal of Animal and Feed Research*. 4(5): 113-120.

GISPERT, M.; FAUCITANO, L.; OLIVER, M.A.; GUARDIA, M.D.; COLL, C.; SIGGENS, K.; HARVEY, K.; DIESTRE A. 2000. A survey of pre-slaughter conditions, halothane gene frequency, and carcass and meat quality in five Spanish pig commercial abattoirs. *Meat Science*, 55, 97–106.

GISPERT, M.; OLIVER, M.A.; VELARDE, A.; SUAREZ, P.; PÉREZ, J.; FURNOLS, M. 2010. Carcass and meat quality characteristics of immunocastrated male, surgically castrated male, entire male and female pigs. *Meat Science*. 84: 120–127.

GNAPO, T. M.; MARTIN, J. F.; DRANSFIELD, E.. 2007 International preferences for pork appearance: I. Consumer choices. *Food Quality and Preference* 18: 26–36

GUIMARÃES, G.G.; MURATA, L.S., MCMANUS, C.; SANTANA, A.P.; RECKZIEGEL, G.C.; AMÂNCIO, A.S.; FILHO, R.M.J.; SOBRINHO, A.J.F.; 2011. Desempenho de suínos de dois cruzamentos de linhagens comerciais criados em cama sobreposta. *Archivos Zootecnia*. 60: 11-18.

HONIKEL K.O. 1993. Quality of fresh pork: Review. In: Puolanne, E.; . Demeyer, D.I. (eds.). *Pork quality: Genetic and metabolic factors*. CAB International, Wallingford, UK.pp. 203-216.

HONIKEL, K.O. 1998. Reference Methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science*. 49 (4). 447-457.

HOVENIER, R.; KANIS, E.; VERHOEVEN, J.A.M. 1993. Repeatability of taste panel tenderness scores and their relationships to objective pig meat quality traits. *Journal Animal Science*. 71:2018–2025.

HUGHES, J. M.; OISETH, S. K.; PURSLOW, P. P.; WARNER, R. D. 2014. A structural approach to understanding the interactions between colour, water-holding capacity and tenderness. *Meat science*, 98(3), 520-532.

HUFF-LONERGAN, E.; BAAS, T. J.; MALEK, M.; DEKKERS, J. C. M.; PRUSA, K.; ROTHSCHILD, M. F. 2002. Correlations among selected pork quality traits. *Journal of Animal Sscience* 80:617-627.

HUFF-LONERGAN, E.; LONERGAN, S.M. 2005. Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of post-mortem biochemical and structural changes. *Meat Science*. 71 (1): 194-204.

- IPCVA. Instituto de promoción de la carne vacuna Argentina. 2017. ¿qué es la calidad de la carne? [en línea] 6ª Jornada El Negocio de la Carne. INTA EEA Manfredi. < <http://www.ipcva.com.ar/vertext.php?id=124> > [consulta: 5 octubre 2018]
- JATURASITHA, S.; KAMOPAS, S.; SUPPADIT, T.; KHIAOSA-ARD, R.; KREUZER, M. 2006. The effect of gender of finishing pigs slaughtered at 110 kilograms on performance, and carcass and meat quality. *Science Asia* 32: 297-305.
- JAWORSKA, D.; WIEŚLAW P. 2014. The effect of selected factors on sensory quality of pork. *Żywność Nauka Technologia Jakość*. 5(96):21-25 .
- JELENIKOVA, J.; PIPEK, P.; MIYAHARA, M.; 2008. The effects of breed, sex, intramuscular fat and ultimate pH on pork tenderness. *European Food Research and Technology* 227: 989–994.
- JENSEN, C.; GUIDERA, J.; SKOVGAARD, I. M.; STAUN, H.; SKIBSTED, L. H.; JENSEN, S. K.; MOLLER, A. J.; BUCKLEY, J.; BERTELSEN, G. 1997. Effects of dietary  $\alpha$ -tocopheryl acetate supplementation on  $\alpha$ -tocopherol deposition in porcine m. psoas major and m. *Longissimus dorsi* and on drip loss, colour stability and oxidative stability in pork meat. *Meat Science*. 45: 491–500.
- JEONG, D.W.; CHOI, Y.M.; LEE, S.H.; CHOE, J.H.; HONG, K.C.; PARK, H.C.; KIM, B.C. 2010. Correlations of trained panel sensory values of cooked pork with fatty acid composition, muscle fiber type, and pork quality characteristics in Berkshire pigs. *Meat Science*. 86(3): 607-615.
- JONES, S.D.M.; TONG, A.K.W.; CAMPBELL, C.; DYCK, R. 1994. The effects of fat thickness and degree of marbling on pork color and structure. *Canadian Journal of Animal Science* 74 (1):155-157.
- KANIS, E.; NIEUWHOF, G.J.; DE GREEF, K.H.; VAN DER HEL, W.; VERSTEGEN, M.W.A., HUISMAN, J.; VAN DER WAL, P. 1990. Effect of recombinant porcine somatotropin on growth and carcass quality in growing pigs: interactions with genotype, gender and slaughter weight. *Journal of Animal Science*. 68: 1193-1200.
- KAUFFMAN, R.G.; SYBESMA, W.; SMULDERS, F.J.M.; EIKELENBOOM, G.; ENGEL, B.; VAN LAACK, R.L.J.M.; HOVING-BOLINK, A.H.; STERRENBURG, P., NORDHEIM, E.V.; WALSTRA, P. 1993. The effectiveness of examining early post-mortem musculature to predict ultimate pork quality. *Meat Science*. 34: 283–300.

- KOOHMARAIE, M.; DOUMIT, M. E.; WHEELER, T. L. 1996. Meat toughening does not occur when rigor shortening is prevented. *Journal of Animal Science*, 74: 2935–2942.
- KOOHMARAIE, M.; GEESINK, G.H. 2006. Contribution of post-mortem muscle biochemistry to the delivery of consistent meat quality with particular focus on the calpain system. *Meat Science* 74: 34-43.
- KOUBA, M.; ENSER, M.; WHITTINGTON, F. M.; NUTE, G. R.; WOOD, J. D. 2003. Effect of a high linolenic acid diet on lipogenic enzyme activities, fatty acid composition and meat quality in the growing pig. *Journal of Animal Science*. 81:1967–1979
- KOUBA, M. A.; SELVIER, P. 2011. A review of the factors influencing the development of intermuscular adipose tissue in the growing pig. *Meat Science*. 88: 213-220.
- LANGLOIS, A.; MINVIELLE, F. 1989. Comparisons of three-way and backcross swine: I. Growth performance and commercial assessment of the carcass. *Journal of Animal Science*, 67, 2018–2024.
- LARZUL, C.; LEFAUCHEUR, P.; ECOLAN, P.; GOGUÉ, J.; TALMANT, A.; SELLIER, P.; LE ROY, P.; MONIN, G. 1997. Phenotypic and genetic parameters for longissimus muscle fiber characteristics in relation to growth, carcass and meat quality traits in Large White Pigs. *Journal Animal Science*. 75: 3126-3137.
- LATORRE, M. A.; LAZARO, R.; GRACIA, M. I.; NIETO, M.; MATEOS, G. G. 2003. Effect of sex and terminal sire genotype on performance, carcass characteristics, and meat quality of pigs slaughtered at 117 kg body weight. *Meat science*. 65: 1369-1367.
- LAWRIE, R. A.; LEDWARD, D. A. 2006. *Lawrie's meat science*. 7<sup>th</sup>. ed. Woodhead Publishing. Abington Hall, Abington Cambridge, England pp.310-315.
- LEBRET, B.; JUIN, H.; NOBLET, J.; BONNEAU M. 2001. The effects of two methods of increasing age at slaughter weight on carcass and muscle traits and meat sensory quality in pigs. *Animal Science*, vol. 72: 87–94.
- LEE, K.W.; LEE, H.J.; CHO, H.Y.; KIM, Y. J. 2005. Role of the conjugated linoleic acid in the prevention of cancer *Critical Reviews in Food Science and Nutrition is a Food Science Journal*. 45: 135-144
- LEFAUCHEUR, L. 2010. Review .A second look into fibre typing – Relation to meat quality. *Meat Science*. 84 (2): 257-270

- LLOVERAS, M.R.; GOENADA, P.R.; IRURUETA, M.; CARDUZ, F.; GRIGIONI, G.; GARCÍA, P.T.; AMÉNDOLA, A. 2008. Meat quality traits of comercial hybrid pigs in Argentina. *Meat Science*. 79: 458-462.
- LP, C. 1997 Review of the effects of trans fatty acids, oleic acid, n-3 polyunsaturated fatty acids, and conjugated linoleic acid on mammary carcinogenesis in animals. *American Journal Clinical Nutrition*. 66: 1523 –1529.
- MAZA, M.T.; RAMÍREZ, V. 2004. Parámetros de calidad para distintos agentes de la cadena agroalimentaria carne de vacuno. En *Proceedings del V Congreso Economía Agraria*. 15-17 septiembre, Santiago de Compostela. España. 18p.
- MEDEL, P.; GARCÍA, M.; FRUCTUOSO., F. 2000 En: *El cerdo ibérico y sus productivos*. Estación Tecnológica de la Carne de Castilla y León. Salamanca pp.71-90.
- MEDEL, P.; FUENTETAJA, A. 2001. Efecto del perfil genético, del sexo, del peso al sacrificio y de la alimentación sobre la productividad y la calidad de la canal y de la carne de cerdos grasos. 16º Curso de especialización FEDNA. Madrid. España pp.1-25.
- MIAZZO, D.; PISANI CLARO, N. 2015. Carnes argentinas: actualidad, propuestas y futuro. [en línea]: *Revista Producción Animal* [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/origenes\\_evolucion\\_y\\_estadisticas\\_de\\_la\\_ganaderia/172-carnes\\_argentinas\\_final.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/origenes_evolucion_y_estadisticas_de_la_ganaderia/172-carnes_argentinas_final.pdf). [consultado: 03 Mayo 2017].
- MILLER, M.F.; CARR, M.F.; RAMSEY, C.B.; CROCKETT, K.L.; HOOVER, L.C. 2001. Consumer thresholds for establishing the value of beef tenderness. *Journal Animal Science*. 79: 3062-3068.
- MOELLER, S. J.; MILLER, R.K.; EDWARDS, K.K.; ZERBY, H.N.; LOGAN, K.E.; ALDREDGE, T.L.; STAHL, C.A.; BOGGESS, M.; BOX-STEFFENSMEIER, J.M. 2010. Consumer perceptions of pork eating quality as affected by pork quality attributes and end-point cooked temperature. *Meat Science* 84: 14-22.
- MONIN, G. 1988. Evolution post-mortem du tissu musculaire et conséquences sur les qualite´s de la viande de porc. *Journées de la Recherche Porcine en France*. 20, 201-214
- MORRISSEY, P.A.; BUCKLEY, D.J.; SHEEHY, P. J. A.; MONAHAN, F. J. 1994. Vitamin E and Meat quality. *Proceedings of the Nutrition Society*, 53,289-295

- MORTIMER, S.I.; VAN DER WERF, J.H.J.; JACOB, R.H.; HOPKINS, D.L.; PANNIER, L.; PEARCE, K.L.; PETHICK, D.W. 2014. Genetic parameters for meat quality traits of Australian lambmeat. *Meat Science*, 96: 1016–1024.
- NAUMANN, H.D. 1965. Evaluation and measurement of meat quality. In: Irving, G.W. ; Hoover, R.S. eds. *Food quality*. American Association for the Advancement of Science: Washington, pp. 54-57.
- NICOLOSI, R. J.; ROGERS, E. J.; KRITCHEVSKY, D.; SCIMECA, J. A.; HUTH, P. J. 1997. Dietary conjugated linoleic acid reduces plasma lipoproteins and early atherosclerosis in hypercholesterolemic hamsters. *Artery*. 22: 266-277.
- NPPC. National Pork Producers Council. 1999. Marbling standards. [en línea]. [http://agrienvarchive.ca/bioenergy/download/99\\_2000\\_handbook.pdf](http://agrienvarchive.ca/bioenergy/download/99_2000_handbook.pdf). [consulta: 9 de Noviembre 2017].
- OECD. 2017. Meat consumption indicator. doi: 10.1787/fa290fd0-en [consulta: 23 May 2017].
- OECD/FAO. 2017. Resúmenes de los productos básicos, In OCDE-FAO *Perspectivas Agrícolas 2017-2026*, OECD Publishing, Paris, pp.121-123 [en línea]. <http://www.fao.org/3/a-BT100s.pdf>. [consultado: 13 de Diciembre 2018].
- OFFER, G.; KNIGHT, P.; JEACOCKE, R.; ALMOND, R.; COUSINS, T.; ELSEY, J.; PARSONS, N.; SHARP, A.; STARR, R.; PURSLOW, P. 1989. The structural basis of the water holding, appearance and toughness of meat and meat products. *Food Microstructure*. 8: 151-160.
- OFFER, G. 1991. Modeling the formation of pale, soft and exudative meat: Effects of chilling regime and rate and extent of glycolysis. *Meat Science* 30:157-184.
- OHLOFF, G.; FLAMENT, I. 1978. Heterocyclic constituents of meat aroma. *Heterocycles*, 11: 663-665.
- OKROUHLÁ, M.; ČITEK, J.; STUPKA, R.; BRZOBOHATÝ, L.; VEHOVSKÝ, K. 2014. The effect of gender on the characteristics of muscle fibers in pork. *Journal of Central European Agriculture*. 15: 64-71.
- OSTROWSKA, E.; MURALITHARAN, M.; CROSS, R.F.; BAUMAN, D.E.; DUNSHEA, F.R. 1999. Dietary conjugated linoleic acids increase lean tissue and decrease fat deposition in growing pigs. *Journal of Nutrition*. 129: 2037-2042.

- PALKA, K.; MIGDAŁ, W.; WOJTYSIAK, D.; NATONEK-WIŚNIEWSKA, M.; DUDKIEWICZ, A.; MUZYCZKA, K.; WANTUCH, M.; BAUERER, E. 2010. Wpływ rasy i wieku świń na właściwości modelowych farszów mięsnych I kielbas. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.* 68: 80-92.
- PARK, Y.; STORKSON, J.M.; ALBRIGHT, K.J.; LIU, W.; PARIZA, M.W. 1999. Evidence that the *trans*-10, *cis*-12 isomer of conjugated linoleic acid induces body composition changes in mice. *Lipids*, 34, 235–241.
- PAVAN, E.; GRIGIONI, G.M.; AGUIRRE, P.; LEAL, M. 2017. International perspectives what is meat in Argentina? *Animal Frontiers*. 7(4): 44–47.
- PEARSON, A.; LOVE, J.; SHORLAND F. 1977. Warmed-over flavor in meat, poultry and fish. *Advances in Food Research*. 23, 2-61.
- PHILLIPS, A. L.; FAUSTMAN, C.; LYNCH, M. P.; GOVONI, K. E.; HOAGLAND, T. A.; ZINN, S. A. 2001. Effect of dietary  $\alpha$ -tocopherol supplementation on colour and lipid stability on pork. *Meat Science*. 58: 389–393.
- PIAO, J.R.; TIAN, J.Z.; KIM, B.G.; CHOI, Y.I.; KIM, Y.Y.; HAN, I.K. 2004. Effects of sex and market weight on performance, carcass characteristics and pork quality of market hogs Asian–Australasian Journal of Animal Sciences. 17: 1452–1458.
- POLKINGHORNE, R.J.; THOMPSON, J.M.; 2010. Meat standards and grading: A world view. *Meat Science*. 86: 227–235.
- PUGLIESE, C.; CALAGNA, G.; CHIOFALO, V.; MORETTI, V.M.; MARGIOTTA, S.; FRANCI, O.; GANDINI, G. 2004 a. Comparison of the performances of Nero Siciliano pigs reared indoors and outdoors: 2. Joint composition, meat and fat traits. *Meat Science*. 68: 523-528.
- PURSLOW, P. P. 2005. Intramuscular connective tissue and its role in meat quality. *Meat Science*, 70(3): 435-447.
- RENERRE, M. 2000. Oxidative processes and myoglobin. In: Deker, E.; Faustman, C.; Lopez-Bote, C.J.; (eds.), *Antioxidants in muscle foods* John Wiley: . New York, NY pp. 113–133.
- RESURRECCION, A. V. A. 2004. Sensory aspects of consumer choices for meat and meat products. *Meat Science*. 66: (1) 11-20.

- RHEE, M.S.; WHEELER, T.L.; SHACKELFORD, S.D; KOOHMARAIE, M. 2004. Variation in palatability and biochemical traits within and among eleven beef muscles Journal of Animal Science, 82. 534-550
- RHIM, T. J.; CHUNG, K. Y.; KIM, C. J. 1995. Composition and traits of carcass and tenderness of pork from barrows of different chronological ages. Korean Journal Food Science Animal Research. 15:117-121.
- SAÑUDO, C.; MACIE, E.S.; VILLARROEL, J.L.; OLLETA, M.; PANEA, B.; ALBERTI, P. 2004. The effects of slaughter weight, breed type and ageing time on beef meat quality using two different texture devices. Meat Science. 66: 925-932.
- SAVELL, J.W.; CROSS, H.R. 1986. The role of fat in the palatability of beef, pork and lamb. [en línea]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK218173/> [consulta\_ 10 de diciembre de 2018 ].
- SCHÄFER, A.; ROSENVOLD, K.; PURSLOW, P.P.; ANDERSEN, H, J.; HENCKEL P. 2002. Physiological and structural events post-mortem of importance for drip loss in pork. Meat Science 61(4):355-66.
- SCHEFFLER, T.L.; SCHEFFLER, J.M.; KASTEN, S.C.; SOSNICKI, A.A.; GERRARD, D.E. 2013. High glycolytic potential does not predict low ultimate pH in pork. Meat Science. 95: 85-91.
- SINGHAM, P.; BIRWAL, P.; YADAV, B.K. 2015. Importance of objective and subjective measurement of food quality and their inter-relationship. Journal of Food Processing and Technology 6:9.
- SMITH, G. C.; CARPENTER, Z. L. 1974. Eating quality of animal products and their fat content. In: Fat content and composition of animal products. Proceedings of the Symposium on Changing december 12-13. National Academies Press: Washington, D.C [en línea]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK216525/> [consulta: 10 de diciembre de 2018].
- STARKEY, C.P.; GEESINK, G.H.; COLLINS, D.; ODDY, V.H.; HOPKINS, D.L. 2016. Do sarcomere length, collagen content, pH, intramuscular fat and desmin degradation explain variation in the tenderness of three ovine muscles? Meat Science, 113: 51-58
- STECCHINI, M.L.; MASCARELLO, F.; FALASCHINI, A. 1990. Influence of breeding systemes on pH and histochemical properties of muscle fibres in porcine M. semimembranosus. Meat Science. 28: 279-287.

- TREFAN, L. 2011. Development of empirical models for pork quality A thesis submitted in fulfilment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy. The University of Edinburgh. 221 p.
- TREFAN, L.; DOESCHL-WILSON, A.; ROOKE, J.A.; BLOM-HANSEN, J.; TERLOUW, C.; BÜNGER L. 2013. Meta-analysis of the effects of gender in combination with carcass weight and breed on pork. *Journal Animal Science*.91: 1480-1492.
- UNRUH, J. A.; FRIESEN, K. G.; STUEWE, S. R.; DUNN, B. L.; NELSEN, J. L.; GOODBAND, R. D.; TOKACH, M. D. 1996. The influence of genotype, sex, and dietary lysine on pork subprimal cut yields and carcass quality of pigs fed to either 104 or 127 kilograms. *Journal of Animal Science*. 74(6): 1274-1283.
- VAN LAACK, R. L.; STEVENS, S. G.; STALDER, K. J. 2001. The influence of ultimate pH and intramuscular fat content on pork tenderness and tenderization. *Journal of Animal Science*. 79, (2): 392-397.
- WARNER, R.; JACOB, R.; HOCKING EDWARD, J.; MC DONAGH, M.; PEARCE, K.; GEESINK, G.; PETHICK, D. 2010. Quality of lamb meat from the information nucleus flock. *Animal Production Science*. 50: 1123-1134.
- WARRISS, P.D.; KESTIN, S.C.; BROWN, S. N.; NUTE, G.R.P. 1996. The quality of pork from traditional pig breeds. *Meat Focus*. 5: 179-182.
- WARRIS, P.D. 2000. Meat science: an introductory text. CABI Publishing: Wallingford, US. pp153-167.
- WATANAME, A.; DEVINE, C. 1995. Efecct of meat ultimate Ph on rate of titin and nebulin degradation. *Meat Science*, 42(4): 407-413.
- WEBB, E.C.; O'NEILL, H.A.; 2008. The animal fat paradox and meat quality. *Meat Science*. 80: 20-36.
- WEATHERUP, R.N.; VEATTIE, V.E.; MOSS, B.W.; KILPATRICK, D.J.; WALKER, N. 1998. The effect of increasing slaughter weight on the production performance and meat quality of finishing pigs *Animal Science*. 67: 591-600.
- WHEELER, T.L.; SHACKELFORD, S.D.; KOOHMARAIE, M. 2000. Variation in proteolysis, sarcomere length, collagen content, and tenderness among major pork muscles. *Journal of Animal Science*, 78: 958–965

- WHITTINGTON, F. M.; PRESCOTT, N. J.; WOOD, J. D.; ENSER, M. 1986. The effect of dietary linoleic acid on the firmness of backfat in pigs on 85kg live weight. *Journal of the Science of Food and Agricultural*. 37: 753–761.
- WONG, M.W.; CHEW, B.P.; WONG, T.S.; HOSICK, H.L.; BOYLSTON, T.D.; SHULTZ, T.D. 1997 Effects of dietary conjugated linoleic acid on lymphocyte function and growth of mammary tumors in mice. *Anticancer Research* 17,987 – 993
- WOOD, J.D. 1990. Consequences for meat quality of reducing carcass fatness. In: . Wood, J.D.; Fisher, A.V. (eds.). *Reducing fat in meat animals*. Elsevier Applied Science. London pp.344-397.
- WOOD, J.D.; 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: 21–32.
- WOOD, J.D.; ENSER, M. 2017. Manipulating the fatty acid composition of meat to improve nutritional value and meat quality In: *New aspects of meat: quality from genes to ethics*. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition pp.501-535 doi.org/10.1016/B978-0-08-100593-4.00023-0.
- ZHANG, S.X.; FAROUK, M.M.; YOUNG, O.A.; WIELICZKO, K.J.; PODMORE, C. 2005. Functional stability of frozen normal and high pH beef. *Meat Science*. 69: 765-772.
- ZULUAGA ARROYAVE, N. 2017. El análisis sensorial de alimentos como herramienta para la caracterización y control de calidad de derivados lácteos. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Agrarias Medellín, Colombia. 247 p.