



Facultad de Ciencias Veterinarias

-UNCPBA-

“Determinación del punto de fusión de la cobertura grasa de cuatro regiones del cerdo de tropas con diferente alimentación”.

Ugarte, Yanina Paz; Oliverio, Guillermo; Díaz, Mauricio.

**Octubre, 2018
Tandil**

“Determinación del punto de fusión de la cobertura grasa de cuatro regiones del cerdo de tropas con diferente alimentación”.

Tesis de la Carrera de Licenciatura en Tecnología de los Alimentos, presentada como parte de los requisitos para optar al título de grado de Licenciado del estudiante: **Ugarte, Yanina Paz.**

Director: **Veterinario, Díaz, Mauricio.**

Codirector: **Veterinario, Oliverio, Guillermo.**

Evaluador: **Doctora, Palacio, María Inés.**

AGRADECIMIENTOS

Al Departamento de Tecnología y Calidad de los Alimentos de la Facultad de Ciencias Veterinarias, por formarme profesionalmente.

A la fábrica donde realice mi residencia, por el espacio que me brindaron para poder llevar a cabo la práctica.

A mi Codirector, Guillermo Oliverio, por su predisposición a ayudarme y ofrecerme la información necesaria para mi proyecto.

A mi director Mauricio Díaz, por su tiempo, dedicación y por acompañarme en esta etapa final de la carrera.

A mi familia y amigos, por su apoyo incondicional y acompañarme durante estos años.

RESUMEN

En el cerdo, al igual que en otras especies, la alimentación constituye uno de los factores que más afecta la calidad del producto final. La dieta ofrecida a los animales representa un recurso que puede ser manejado por el productor para mejorar la calidad de la carne. Si bien la proporción de tejido magro en la canal depende en parte del genotipo del animal, también puede ser modificada mediante la manipulación de la cantidad y/o la composición del alimento. El cerdo es un animal que depone principalmente grasa subcutánea cuya calidad depende de su composición en ácidos grasos, y ésta está estrechamente relacionada con la composición de la dieta. Este hecho adquiere relevancia debido a que la reducción de los ácidos grasos saturados y el aumento de los insaturados en la carne para consumo representan uno de los mayores desafíos actuales para la salud humana. Es por esto que en los últimos años debido a la creciente demanda de los consumidores por productos saludables, se ha venido disminuyendo el contenido de grasa, con el propósito de poder desarrollar productos cárnicos con un valor nutricional agregado. Por este motivo se hace necesario señalar ciertos riesgos asociados a la producción de cerdos excesivamente magros que en muchas ocasiones no son tenidos en cuenta. La producción de canales muy conformadas puede ocasionar ciertos problemas de índole sensorial y tecnológica en la carne y sus productos derivados.

El objetivo del presente trabajo fue determinar el punto de fusión de cuatro regiones de cobertura grasa y comparar como variaba el mismo en base a dos dietas. Para ello se utilizaron 32 muestras de tocino, papada, tapa de paleta y tapa de jamón, 8 de cada corte graso, a las cuales se les realizó la determinación de punto de fusión por la técnica Thiele.

Palabras clave:

Cerdo; grasa; alimentación; punto de fusión.

INDICE

1. INTRODUCCION

1.1 Introducción	1
1.2 Objetivo	2

2. MARCO TEORICO

2.1 Composición química del tejido muscular	3
2.2 Definición de grasa de cobertura	5
2.3 Tejido adiposo	5
2.4 Crecimiento y desarrollo del cerdo	11
2.4.1 Definición de crecimiento y desarrollo	11
2.4.2 Ondas de crecimiento	12
2.5 Medición y representación del crecimiento	13
2.5.1 Curvas de crecimiento	13
2.5.2 Curva de crecimiento total o de ganancia acumulativa de peso	13
2.6 Factores que afectan el crecimiento y desarrollo	14
2.6.1 Factores intrínsecos y extrínsecos	15
2.6.2 Alimentación	15
2.7 La tipificación de carnes porcinas por magro en la Argentina	17
2.7.1 Qué es y para qué sirve tipificar carnes	17
2.7.2 Las sondas ópticas automáticas	18
2.7.3 Cómo se estima el magro	19
2.7.4 Desarrollo del sistema y controles	20
2.7.5 Comercialización por magro	20

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Plan de muestreo	22
3.2 Definición del punto de fusión	24
3.3 Método de capilar abierto	24
3.4 Análisis estadístico	27

4. RESULTADOS

4.1 Determinación del punto de fusión	28
---------------------------------------	----

5. CONCLUSIÓN	31
6. ANEXO	32
7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	35

INTRODUCCIÓN

La producción mundial de cerdos ha tenido un importante progreso tecnológico, siendo actualmente la carne más consumida. Si bien este crecimiento es más marcado en los países desarrollados, en nuestro país se generan nuevas exigencias sobre los productores clásicos del sector, lo que lleva a invertir en tecnología y conocimiento, para favorecer la productividad, tanto en rindes como en calidad del producto (Brunori, 2013).

Durante los últimos años, el sector porcino ha evolucionado hacia la producción de cerdos cada vez más magros y conformados. El mercado de la carne porcina ha ganado en transparencia, fomentándose la producción de carnes menos grasas, más acordes con un creciente sector de consumidores cada vez más preocupados por los aspectos nutritivos y dietéticos de dichas carnes (Bañón, *et al*, 2000).

Sin embargo, esto ha traído aparejado un importante problema para la industria del chacinado, como es la falta de grasa. Se hace necesario señalar ciertos riesgos asociados a la producción de cerdos excesivamente magros, riesgos que, en muchas ocasiones, no son tenidos en cuenta y que pueden ser incluso agravados por determinadas prácticas de producción (Bañón, *et al*, 2000).

La producción de canales muy conformadas puede ocasionar ciertos problemas de índole sensorial y tecnológica en la carne y sus productos derivados. La falta de grasa intramuscular provoca una pérdida de jugosidad y terneza en la carne y crea dificultades al elaborar determinados productos, como por ejemplo, el jamón curado, cuyo aroma y sabor dependen en gran medida de su componente graso (Wood *et al.*, 1986; Cameron *et al.*, 1990). Por otro lado, las canales magras poseen un tocino más blando y con una mayor tendencia a la oxidación (Warnants, *et al*, 1998).

La alimentación va a jugar un papel clave en el engrasamiento del cerdo, el cual, como otras especies monogástricas, incorpora los ácidos grasos aportados por la dieta en su tejido adiposo sin apenas transformación (Morgan, *et al*, 1992).

En la comercialización de la carne fresca, la consistencia de la grasa tiene una gran importancia porque determina la apariencia y facilidad de manipulación. La consistencia de la grasa depende fundamentalmente de la proporción de triglicéridos que se encuentran en forma líquida o sólida a una determinada

temperatura, es decir, del número de insaturaciones de las cadenas de ácidos grasos que constituyen los triglicéridos. En el caso de productos cárnicos crudos madurados, una baja consistencia de la grasa produce problemas de manipulación de la carne, oxidación excesiva con aparición de olores y sabores anómalos y coloraciones amarillentas e incluso anaranjadas. Probablemente incluso de mayor importancia es una ralentización en el proceso de secado porque la grasa fluida impide la migración de agua en el interior de las piezas y hacia su superficie (López Bote *et al*, 2005).

Uno de los parámetros para evaluar la calidad de la grasa es el punto de fusión, que se define como el cambio de estado de agregación de sólido a líquido (Castillo y Mendoza, 2014).

De esta forma se establece la aptitud productiva en base a la temperatura en la cual la grasa se fundirá y las posteriores consecuencias en las diversas etapas del proceso productivo.

OBJETIVO GENERAL

- Determinar y comparar el punto de fusión de la cobertura grasa de cuatro regiones del cerdo de tropas con diferente alimentación.

MARCO TEÓRICO

Composición y valor nutricional de la carne de cerdo

NUTRIENTE	PORCENTAJE (%)
Agua	75
Proteína bruta	20
Lípidos	5-10
Carbohidratos	1
Minerales	1
Vitaminas	1

Tabla 1- Composición de la carne de cerdo, extraído de Portal del cerdo, 2005.

Proteínas:

En el organismo humano las proteínas cumplen un papel importante para formarlo, mantenerlo y repararlo. La calidad de las proteínas de cualquier fuente alimenticia se mide por la cantidad y disponibilidad de los aminoácidos contenidos en ellas.

La carne de cerdo es una fuente de proteína esencial, porque tiene un alto contenido de aminoácidos esenciales, algunos de ellos no son sintetizados por el organismo humano.

Existen tres tipos de proteínas en la carne. El tipo de proteína más valioso para el procesador cárnico es el de las proteínas contráctiles. El tipo de proteína más abundante en la carne es el de las proteínas del tejido conectivo. El tercer tipo de proteínas cárnicas es el de las proteínas sarcoplasmáticas.

Grasas:

La grasa es el componente más variable de la carne en cuanto a composición. Las células grasas viven y funcionan como todas los demás tipos de células y están llenas de lípidos, los cuales varían en su composición de ácidos grasos. Las cadenas de ácidos grasos pueden variar en longitud de 12-20 carbonos, y pueden ser totalmente saturadas (ningún enlace doble), monoinsaturadas (un enlace doble) o poliinsaturadas (dos ó tres enlaces dobles). Mientras más insaturado sea un ácido graso, menor será su punto de fusión y más susceptible será la grasa a la oxidación y al desarrollo de sabores rancios y malos olores.

Dentro de las funciones metabólicas de las grasas está la de servir de vehículo a las vitaminas liposolubles (A,D,E,K). Los lípidos en la carne de cerdo, presentes en el tejido muscular, en proporción no mayor de 3-5%, proporcionan características de jugosidad, ternura y buen sabor, además de ser indispensables en la fabricación de productos cárnicos porque aportan palatabilidad y textura.

Carbohidratos:

Como en todas las carnes están presentes en muy bajo porcentaje, pues son compuestos sintetizados más fácilmente por productos de origen vegetal. El porcentaje que posee la carne de cerdo es el 1% y está básicamente representado en glicolípidos.

Minerales:

Están presentes en la carne de cerdo en 1%, siendo los más importantes el hierro, manganeso y fósforo, los cuales son de gran importancia para el organismo humano, pues intervienen en la formación de huesos y dientes.

Vitaminas:

En pequeñas cantidades son necesarias para el crecimiento, desarrollo y reproducción humana. En la carne de cerdo sobresalen las vitaminas del Complejo B y, en especial, la B1 que se encuentra en mayor cantidad que en otras carnes. También es rica en vitaminas B6, B12 y Riboflavina.

Mientras que la proteína, sales minerales y vitaminas se encuentran contenidas en la carne en proporción casi constante, la fracción de grasa y agua fluctúan notablemente (Weinling,1973).

Definición de grasa de cobertura

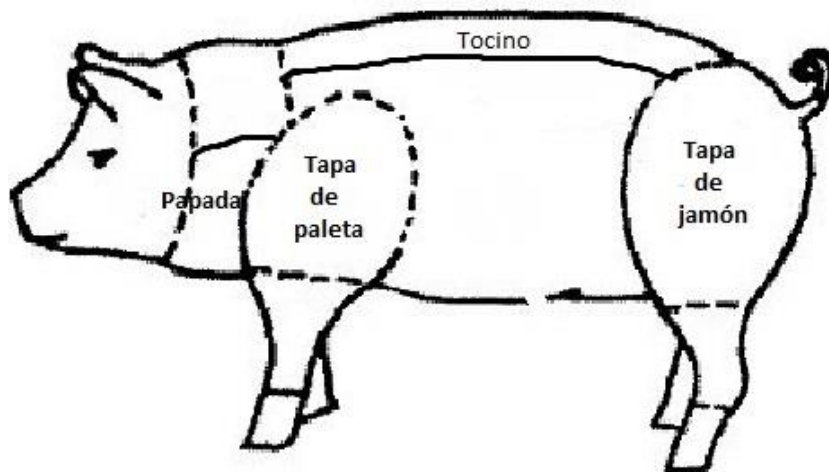


Figura 1- Región anatómica de la cobertura grasa.

Esta sección no tiene una base ósea, está compuesta principalmente de tejido adiposo. De este corte se puede obtener la papada, cuando no se elimina con la cabeza, tocino y panceta.

El tocino se extiende desde la región cervical hasta la grupa y representa la porción dorsal de la grasa de cobertura; los haces musculares son muy escasos (Zambonelli, *et al*; 1992).

Con respecto a la tapa de jamón y la tapa de paleta, se definen como grasa de cobertura correspondiente a la tapa de jamón y paleta, respectivamente.

Tejido Adiposo

Generalmente, las canales de los cerdos suelen contener un elevado porcentaje de compuestos grasos distribuidos en dos grupos, donde la mayoría participa de la grasa de cobertura, susceptible de ser separada, mientras que una minoría forma la grasa intramuscular no separable y que en el ganado porcino representa un 20-22% de la grasa total. El tejido adiposo está formado por adipocitos dentro de un entramado de tejido conectivo, formando un conjunto caracterizado por una presencia mayoritaria de lípidos neutros, compuestos en más del 90% de triacilgliceroles.

Los niveles lipídicos de los músculos de los cerdos industriales criados bajo condiciones intensivas son bastante inferiores que los de otras razas, como es el caso del cerdo ibérico, porque suelen contener menores cantidades de triglicéridos que éstos. Sin embargo, tanto los triglicéridos como los fosfolípidos musculares apenas difieren en lo que respecta a sus composiciones en ácidos

grasos. En cambio, el análisis discriminante de los resultados obtenidos para la composición en ácidos grasos y triglicéridos del tejido adiposo permite distinguir con cierta claridad las razas de los cerdos en función de su genotipo y alimentación.

Si bien este tejido adiposo se encuentra distribuido por todo el organismo, se localiza en zonas bien diferenciadas:

-Como depósito subcutáneo, que forma la denominada grasa de cobertura integrada por lípidos, una trama proteica y algo de agua, en la que cantidad y composición puede variar tanto con la raza porcina como con la edad del animal. Así, por ejemplo, los cerdos de genotipo industrial suelen tener un espesor más bien reducido, entre 12 y 18mm y 80% de lípidos, mientras que los cerdos de genotipo ibérico pueden alcanzar entre 23 y 30 mm con un 90% de lípidos. Su consistencia depende de la composición química de la grasa y del desarrollo que adquiera su tejido conjuntivo, que en el caso de no ser el adecuado le confiere un aspecto granuloso. Cuando los animales han sido sacrificados sin haber alcanzado un nivel determinado de madurez, esta grasa suele ofrecer unas tonalidades rosáceas.

-Como grasa intermuscular, que se encuentra separando los distintos paquetes musculares y los aísla de los septos del tejido conectivo situado entre los músculos individuales.

-Como lípidos intramusculares, en cuanto grasa depositada en el interior de los músculos, en situación muy próxima a los vasos sanguíneos y entre las redes de los septos del tejido conectivo perimisial. En la práctica, también se la conoce bajo el nombre de veteado, jaspeado o marmorización, porque forma vetas visibles de grasa de color blanco, proporcionando al músculo un aspecto marmóreo al contrastar con el color rojo de la carne cruda.

Como los adipocitos del tejido adiposo intramuscular son los últimos que se desarrollan durante el proceso de crecimiento del cerdo, el nivel lipídico muscular se incrementa con la edad del animal en función de su crecimiento pero no de su peso, puesto que las actividades enzimáticas y los niveles de expresión de los genes vinculados a la lipólisis y lipogénesis no suelen variar de manera significativa con el peso del animal.

Los datos aportados por la bibliografía son bastante unánimes al poner de manifiesto una gran variabilidad en los niveles de lípidos intramusculares en función del músculo analizado. Según los distintos músculos, pueden alcanzar valores variables entre el 16 y el 35% de la masa muscular, perteneciendo los mayores niveles de infiltración a los músculos más próximos al tejido adiposo subcutáneo, como es el caso del bíceps femoral. En las extremidades de los cerdos pueden distinguirse dos tipos de lípidos que se encuentran repartidos de una manera desigual: un 80% corresponden a lípidos neutros, sobre todo triacilgliceroles, y el restante 20% a lípidos polares, primordialmente fosfolípidos (Leseigner, Meynier y Gandemer, 1991; Gandemer *et al.*, 1992). De todos ellos, los fosfolípidos son los que responden de manera más acentuada a las influencias de los factores alimenticios (Gandemer, 1990).

Se supone que los depósitos grasos del cerdo presentan un carácter fuertemente hereditario. Se ha encontrado una correlación genética positiva entre el estado de engrasamiento de la canal y el nivel de los lípidos intramusculares, lo que parece indicar que las actividades selectivas orientadas a la reducción de dicho engrasamiento son susceptibles de verse acompañadas por un bajo nivel de grasa intramuscular. En consecuencia, la selección porcina llevada a cabo en años anteriores, basada en criterios de velocidad de crecimiento, índice de conversión del alimento y espesor de la grasa dorsal, ha conducido a una importante reducción del contenido en tejido adiposo. Incluso se ha señalado que las dimensiones de los adipocitos intramusculares son superiores en los ejemplares correspondientes a razas menos seleccionadas. En general, puede afirmarse que las razas autóctonas locales son de crecimiento más lento que las razas comerciales mejoradas y tienen mayor contenido graso.

Tanto triglicéridos como fosfolípidos apenas presentan diferencias en lo referente a la composición de los ácidos grasos que integran sus estructuras moleculares (Cava *et al.*, 1997).

Cabe distinguir en el tejido adiposo dos tipos de lípidos:

-Los de reserva, reclusos en los adipocitos, y que mayoritariamente son triglicéridos neutros, o triacilgliceroles, que presentan entre otras peculiaridades las de carecer de ácidos grasos con más de 20 átomos de carbono en la

cadena carbonada y tener un contenido en ácidos grasos poliinsaturados en torno al 7-15% del total. Solamente los ácidos grasos oleico (18:1), palmítico (16:0) y esteárico (18:0), suelen estar presentes en cantidades mayoritariamente significativas, acompañados por cantidades menos relevantes de linoleico (18:2).

Generalmente, la relación entre el total de ácidos grasos insaturados y de saturados (AGPI+AGMI/AGS) suele ser de 1,3. Esta función suele variar en función de múltiples factores, entre los que cabe destacar la alimentación recibida, que en el cerdo representa un factor importante de variación, como suele ocurrir con los animales monogástricos, tanto en la cantidad de lípidos depositados en el tejido adiposo como en el perfil de los ácidos grasos que lo caracterizan, además del tipo de músculo, la raza del animal y la edad fisiológica.

-Los estructurales, integrantes de las membranas celulares y constituidos principalmente por fosfolípidos, a los que acompañan algo de glucolípidos y ciertos constituyentes no saponificables, como el colesterol a niveles en torno a los 68 mg. Los fosfolípidos son moléculas de mayor complejidad que los triglicéridos neutros y pueden encontrarse bajo tres formas moleculares diferentes: fosfoglicéridos, plasmalógenos y esfingomielina. Como la fluidez de las membranas depende de la naturaleza de sus ácidos grasos, sus composiciones de una gran riqueza en ácidos grasos poliinsaturados varían solamente entre márgenes muy estrechos, situándose comúnmente en el 40-48% del total. En ellas suele darse un cierto predominio del ácido linoleico (18:2) y algo de ácido araquidónico (20:4), en tanto que los niveles en ácidos grasos monoinsaturados no superan el 18-25%, entre los que se destaca el ácido oleico (18:1). En cambio, en el 35% correspondiente a los ácidos grasos saturados predomina el ácido palmítico (16:0). También la riqueza en ácido araquidónico (C20:4) aparece como una característica de la composición lipídica del tejido muscular, que en la respectiva fracción de fosfolípidos puede alcanzar niveles de hasta 8%.

Por otra parte, la composición de los lípidos contenidos en los tejidos adiposo y muscular depende fundamentalmente de las condiciones de crianza recibida por los animales.

Así, la grasa integrada en el tejido adiposo subcutáneo presenta ligeras diferencias con la correspondiente al tejido muscular, como una consecuencia de la influencia ejercida por factores fisiológicos y por la alimentación, diferente en cada caso. Entre otras cosas, en el tejido muscular existe la presencia de iones metálicos, como es el caso del pigmento mioglobina, que conlleva la posibilidad de actuar como agentes prooxidantes en los procesos oxidativos de los lípidos, por lo que no puede extrañarse que los mecanismos implicados en estos procesos sean diferentes en uno y otro tejido. En cambio, el contenido en colesterol es similar debido a que éste lípido complejo participa en la estructura de las membranas celulares, circunstancia que explica los niveles en colesterol de la parte magra de los pernils, aunque se le haya eliminado la grasa de cubierta. Por el momento, no se conoce bien la incidencia que sobre la composición fosfolipídica tienen algunos factores, como la especie, la edad o el tipo de cerdo. No obstante, se sabe que los músculos claros tienen un contenido mayor de lípidos que los oscuros, pero en cambio los de éstos últimos suelen ofrecer un mayor porcentaje de ácidos poliinsaturados, que por su sensibilidad a las oxidaciones origina diversos compuestos responsables del aroma de los productos curados.

El cruce entre razas contribuye a una sensible reducción del nivel de lípidos de los músculos al reducir sus contenidos en triglicéridos. Sin embargo, cuando la vida del animal se desenvuelve bajo unas condiciones normales en las que suele obtener su energía metabólica a partir de los carbohidratos, utiliza los ácidos grasos recibidos con la alimentación para elaborar sus depósitos grasos corporales sin apenas modificarlos (Miller *et al.*, 1990; Larick *et al.*, 1992). Los ácidos grasos que más abundan en la composición de sus lípidos son oleico (40-50%), palmítico (20-25%), linoleico (10-20%), esteárico (10-15%), palmitoleico (2-4%), α -linolénico (0,5-1%) y mirístico (0-1%).

En el ganado porcino, los ácidos grasos que integran la estructura química de los lípidos corporales pueden tener un origen doble:

- a) El aporte procedente de la alimentación del animal.
- b) La síntesis *de novo* llevada a cabo por el metabolismo del propio animal.

En realidad, la cantidad de triglicéridos presente en las células es el resultado del equilibrio entre varios factores: la recepción de ácidos grasos circulantes, la

síntesis endógena de ácidos grasos a partir de la glucosa, la esterificación de los ácidos grasos, la lipólisis de los triglicéridos seguida de oxidaciones y la reesterificación.

Numerosos estudios han puesto de manifiesto que la composición en ácidos grasos de los tejidos del cerdo, particularmente en la grasa subcutánea e intramuscular, esta notablemente influida por numerosos factores, unos dependientes de alimentos, tales como las grasas y los tipos de ácidos grasos que la integran, las proteínas o los carbohidratos, y otros no vinculados a ellos, como son la raza, la edad, el ejercicio, el sexo, el peso al sacrificio, etc. (Girard *et al.*, 1988; Flores *et al.*, 1988; Periago *et al.*, 1989; Antequera *et al.*, 1992; de la Hoz *et al.*, 1993). En este sentido, se distinguen en la grasa subcutánea dos capas denominadas externa e interna, de acuerdo con su proximidad a la superficie, de las que la externa presenta menos grado de saturación que la interna debido a un mayor porcentaje de ácido linoleico. Precisamente, el porcentaje en algunos ácidos grasos permite determinar la calidad de la grasas y los tiempos de salado y curación de los jamones. Así, para el palmítico se considera como nivel deseable el inferior al 23% por su efecto de endurecer las grasas del producto curado; para el esteárico éste nivel se sitúa por debajo del 12% por su capacidad para dar consistencia a las grasas y un sabor agradable; para el oleico debe ser superior al 50% por su aporte de suavidad y excelente sabor y aroma las grasas, y para el linoleico debe estar entre 8 y 12% al ser responsable de oxidaciones prematuras y sabores metálicos.

Por otra parte, la selección porcina llevada cabo en el último cuarto del siglo XX ha conducido a la producción de razas con una notable reducción de contenido en tejido adiposo, que se acompaña con un incremento en el porcentaje de ácido linoleico, circunstancia que hace suponer que éstas líneas de cerdos magras depositan una menor proporción de lípidos endógenos, sintetizados *de novo*, que las líneas grasas, así como también se reducen de manera significativa los niveles de grasa intramuscular.

Existen dos claras razones por las que han sido los lípidos de la carne de cerdo las especies químicas más ampliamente estudiada de entre todas la que integran su composición (Gandemer, 1999):

-La fracción lipídica de los tejidos musculares y adiposo ofrecen grandes variaciones de tipo cualitativo y cuantitativo en función del sistema de crianza de los cerdos, además de estar sujetos a una intensa degradación durante el procesado posterior, principalmente por reacciones de lipólisis y de oxidación.

-Los lípidos desempeñan un importante papel en el desarrollo de las características cualitativas de los productos cárnicos transformados, tanto en lo que hace referencia a su valor nutritivo como a sus propiedades sensoriales al ser precursores de compuestos responsables del flavor.

Crecimiento y desarrollo del cerdo

Definición de crecimiento y desarrollo

Los fenómenos de crecimiento y desarrollo son dos procesos sumamente importantes en la producción animal, incluida la industria porcina, debido a que de la evolución de ambos procesos dependerán la cantidad y calidad de la res. El crecimiento incluye uno o más de los tres procesos siguientes: multiplicación celular, ampliación celular e incorporación de material extraído del medio ambiente (Brody, 1945; citado por Gu et al., 1992). Hammond (1966) sistematizó los conocimientos sobre crecimiento y desarrollo, y definió al crecimiento como: “El aumento de peso vivo (PV) experimentado por un individuo desde su concepción hasta su estabilización en la edad adulta”; e indicó que durante el crecimiento ocurren dos fenómenos: 1) el crecimiento en sí, donde el animal va aumentando de peso, hasta alcanzar el tamaño adulto o madurez; y 2) el desarrollo, donde el animal modifica su conformación corporal, alcanzando la plenitud de sus funciones y facultades.

La medida de crecimiento más usual en las distintas especies es la variación del peso corporal en el tiempo. Sin embargo, en el caso particular del cerdo, el proceso de crecimiento se juzga en términos de masa corporal de tejido magro y no a través de la masa total, debido a que los niveles de tejido adiposo en el cerdo maduro son variables y sumamente dependientes de la nutrición y del genotipo (Whittemore, 1996).

Como quedó expuesto hasta aquí, el crecimiento hace referencia a lo meramente cuantitativo; mientras que, el desarrollo es un proceso cuantitativo y cualitativo que se realiza siguiendo cierto orden fisiológico llamado ondas de crecimiento. La evolución de la conformación y de las proporciones de los

animales en crecimiento indica que no todas las regiones y tejidos corporales crecen con la misma intensidad y al mismo tiempo (crecimiento alométrico); y que la evolución del proceso depende de la prioridad nutritiva de los tejidos. El cerdo recién nacido es proporcionalmente voluminoso en su cabeza, con extremidades largas, cuerpo corto y poco profundo; a medida que el animal se desarrolla, el cuerpo se alarga y aumenta en profundidad, las extremidades son proporcionalmente más cortas y el miembro posterior va adquiriendo mayor masa muscular (Hammond, 1966). Estos grandes cambios obedecen al impulso de tres ondas de crecimiento bien definidas.

Ondas de crecimiento

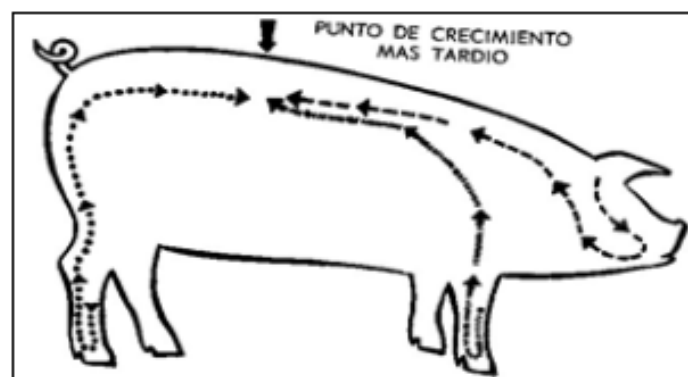


Figura 2- Ondas de crecimiento.

En la Figura 2 (extraída de Vieites y Basso, 1986), se muestra un esquema de las ondas de crecimiento. La primaria o axial, parte de la cabeza dirigiéndose por un lado hacia craneal y por el otro hacia caudal, produciendo el desarrollo en longitud del animal, desde la cabeza hacia caudal. La segunda onda de crecimiento o apendicular parte desde el tarso y el carpo y se dirige hacia dorsal, definiendo así el crecimiento en altura del animal, determinando la alzada. La tercera onda, denominada descendente, actúa de dorsal a ventral y provoca el crecimiento en ancho de los diferentes huesos largos tales como las costillas. Esta última onda, al ser la más tardía hace que la unión de la región del lomo con la última costilla sea la de desarrollo más tardío (Hammond, 1966).

Medición y representación del crecimiento

Curvas de crecimiento

El crecimiento animal es uno de los procesos más importantes al momento de evaluar la productividad de las explotaciones dedicadas a la producción de carne y, en algunos casos, es usado como criterio de selección. La medida del crecimiento debe basarse en una unidad que describa lo más exacto posible el cambio producido. La descripción matemática del comportamiento del crecimiento de los animales es la curva de crecimiento, ya que permite relacionar la variación del peso en función del tiempo a través de un modelo no lineal (Paz, 2002; citado por Freitas, 2005). Son varias las formas en que el proceso de crecimiento puede ser graficado, sin embargo, la más utilizada se detalla a continuación:

Curva de crecimiento total o de ganancia acumulativa de peso

Tradicionalmente, la medición del peso vivo a través de la unidad tiempo ha sido la forma más usada para evaluar el crecimiento. Esta gráfica del proceso de crecimiento de uno o varios animales es lo que se conoce como curva de crecimiento (Figura 3), y expresa el crecimiento como un aumento de peso que se va acumulando durante un período de tiempo prefijado.

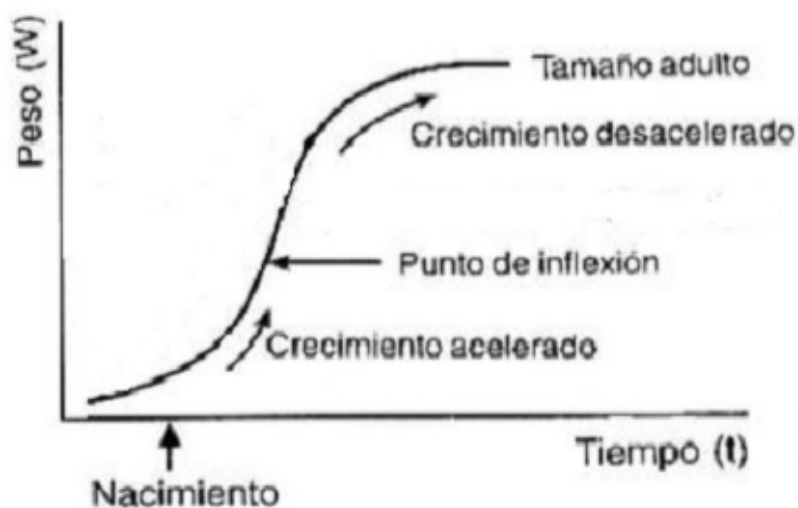


Figura 3- Curva de crecimiento total. Extraída de Whittemore (1996).

La curva sigmoidea característica consta de dos fases diferentes, una fase de crecimiento acelerado al principio de la vida, en la cual el potencial de

crecimiento del animal es muy elevado, observándose ganancias importantes de peso en valor absoluto por unidad de tiempo. La segunda parte de la curva determina la fase de auto inhibición o crecimiento desacelerado. A partir de cierta edad que generalmente corresponde con la pubertad, el potencial de crecimiento disminuye. Las ganancias de peso realizadas por unidad de tiempo son cada vez más pequeñas, hasta que finalmente el animal alcanza la madurez. En esta etapa la curva es de inclinación decreciente. El punto en que cesa la aceleración del crecimiento para iniciar la desaceleración del mismo, se conoce como punto de inflexión, que coincide con la pubertad. Es el punto donde la velocidad de ganancia es mayor, inmediatamente antes de comenzar a descender, como lo indica la curva de ganancia diaria. Su coincidencia con una época de profundos cambios endocrinos obliga a pensar que la producción de ciertas hormonas ejerce una acción decisiva sobre el proceso del crecimiento. En el caso del cerdo, la velocidad de crecimiento inicialmente es baja, luego se hace máxima y, a medida que el animal se acerca a la madurez, disminuye; siendo el período de máximo crecimiento el de importancia económica porque determina la época de mayor rendimiento (Hammond, 1966).

Factores que afectan el crecimiento y desarrollo

A nivel mundial, el cerdo se comercializa en base a los componentes de su carcasa; siendo las proporciones de magro y grasa (tejido muscular y tejido adiposo, respectivamente) los componentes que definen la calidad de la res. En Argentina, desde el año 1995, se ha adoptado un sistema de tipificación denominado "por magro", que tiene a la proporción de tejido magro en la res como criterio más importante de calidad, y se aplica en las categorías cachorros, capones y hembras sin servicio cuyas reses pesen entre 70 y 115 kg (Moreno y Telechea, 2011).

Bajo estos sistemas de tipificación, es primordial entender los procesos y/o factores que intervienen en los patrones de crecimiento del cerdo y comprender que, mediante la modificación de estos factores, se puede modificar la eficiencia de crecimiento de los animales así como la calidad composicional de la carcasa (Gu et al., 1992).

Factores extrínsecos	Factores intrínsecos o biológicos
✓ Raza porcina	✓ Capacidad de retención de agua
✓ Genética porcina	✓ Contenido graso
✓ Edad y peso al sacrificio	✓ Evolución del pH después del sacrificio
✓ Sexo de los animales	
✓ Alimentación	
✓ Sistemas de explotación	

Tabla 2- Factores extrínsecos e intrínsecos del cerdo.

Los factores extrínsecos afectan en el ámbito productivo y los intrínsecos son aquellos que controlan las calidades sensoriales y tecnológicas. Estos factores, si bien se nombran y analizan por separado, están relacionados entre sí.

En esta revisión, se hará mención en detalle a la alimentación.

Alimentación

No cabe duda de que el factor alimentación resulta de la mayor importancia cuando se desean producir cerdos destinados a proporcionar una materia prima con la aptitud tecnológica más apropiada para elaborar chacinados de calidad. Entre otras cosas, la alimentación afecta a la composición química del tejido muscular, particularmente a los niveles de tejido adiposo de la canal y de grasa intramuscular. Al tratarse de un animal de estómago monogástrico, el cerdo apenas transforma las grasas alimenticias que ingiere y las suele depositar en sus tejidos sin aparentes modificaciones. De este modo, el perfil de ácidos grasos de sus depósitos lipídicos ofrece una composición similar al de las grasas ingeridas con la alimentación. No obstante, las células tisulares del animal están dotadas de sistemas enzimáticos capaces de sintetizar lípidos a partir de carbohidratos, unos mecanismos que conducen a la síntesis *de novo* del ácido palmítico, además de los procesos bioquímicos de elongación o de insaturación de los ácidos grasos linoleico y α -linolénico, ambos precursores de los ácidos de las series omega.

Según se ha comprobado experimentalmente, la naturaleza de los ácidos grasos aportados por la ración alimenticia influye claramente en la composición

del tejido adiposo subcutáneo y también sobre el tejido muscular, aunque con menor incidencia (Mouret *et al.*, 1991).

Dentro de la crianza del ganado porcino cabe distinguir dos etapas en lo referente a la alimentación que debe ser suministrada para conseguir los mejores rendimientos con vistas a la calidad posterior de los productos transformados. En una primera se debe aportar a los animales un alto contenido en fibra dietética junto a un elevado nivel nutritivo, mientras que la continuación con una segunda requiere una ligera disminución en el nivel nutritivo de la dieta. Asimismo, resultan importantes otros factores, como la forma bajo la que se administra el alimento, sólida o líquida, puesto que las formas líquidas comportan mejores índices de conversión, o bien la proporción entre las cantidades de agua y alimentos, donde los valores superiores a 4:1 alteran el índice anterior, obteniéndose canales con una mala conservación y una peor calidad.

Según se ha podido comprobar, existen dos factores dependientes de la alimentación que determinan las modificaciones tisulares en lo que hace referencia a la composición de sus ácidos grasos:

-Las cantidades en grasas y carbohidratos aportadas por la ración alimenticia. A medida que aumentan los niveles grasos alimenticios sufren menos cambios los ácidos grasos que se depositan en los tejidos del animal procedentes de los alimentos, a la vez que se inhibe la síntesis *de novo* en las células tisulares.

Los cerdos alimentados con alimentos cuyos niveles grasos superan el 8% incluyen en su grasa subcutánea valores inferiores al 30% del total para los ácidos grasos saturados palmítico y esteárico, mientras que tales niveles superan el 45% en aquellos animales cebados con alimentos con niveles de grasa inferiores al 2%. También se ha comprobado que la naturaleza del ingrediente glucídico de la ración alimenticia puede representar un factor de calidad importante, hasta el punto de existir notables diferencias entre animales alimentados con maíz o cebada, que se traducen en la proporción de tejidos blandos.

-Las características y duración del período del cebo.

De acuerdo con los datos experimentales, las grasas deben estar en mayores cantidades durante las primeras fases de crecimiento, tiempo en el que los animales necesitan de mayores aportes energéticos, en tanto que su

administración debe reducirse durante los últimos estadios del desarrollo. Como ha quedado bien comprobado, el grado de engrasamiento del animal influye de manera relevante en el proceso de curación, sobre todo en lo que respecta al secado, puesto que mientras mayor sea el porcentaje de grasa inter e intramuscular, más lenta será la difusión de las moléculas de agua y de sal, por lo que el proceso de secado y maduración requerirá un tiempo más prolongado (Gutiérrez, 2008).

Las pruebas experimentales han sugerido la conveniencia de suministrar dietas con grasas cuyos contenidos en ácidos grasos insaturados sean relativamente reducidos. En este sentido, la alimentación puede influir sobre las propiedades sensoriales de la carne y de manera particular sobre la consistencia del producto resultante, que viene a ser una función del porcentaje de ácido linoleico, aunque también depende de la relación entre el porcentaje de ácidos grasos saturados e insaturados, relación que se incrementa con la edad del animal y está influida por el espesor del tejido adiposo subcutáneo. No en vano, la consistencia de la pieza cárnica está vinculada a su contenido en ácidos grasos insaturados, que al tener un punto de fusión bajo proporcionan una mayor blandura a esta característica organoléptica, suficiente un contenido del 15% en ácido linoleico para que una grasa ofrezca una consistencia blanda. Como bien se ha comprobado, tanto la consistencia de la grasa integrada en la materia prima, como la susceptibilidad de sus lípidos para experimentar procesos de oxidación, pueden ser modificadas mediante una adecuada alimentación de los cerdos al conseguirse mayores niveles de ácidos grasos monoinsaturados y menos de los poliinsaturados (Ruiz y López-Bote, 2002).

La tipificación de carnes porcinas por magro en la argentina.

¿Qué es y para qué sirve tipificar carnes?

Tipificar es adoptar un conjunto de normas de calidad mediante un método confiable y definido que permita estimarla. Para lograrlo hace falta definir o darle un sentido al término "calidad", más aún cuando hablamos de productos de origen biológico.

En carnes porcinas, se reconoce actualmente que el criterio de calidad más importante es el contenido de músculo o la proporción de tejido magro. En eso hay una coincidencia entre los distintos sectores porque el consumidor exige

carne magra, con menos calorías y colesterol; el industrial quiere que cada kilo de cerdo que paga tenga más músculo y menos grasa; y al productor le sale más barato alimentar cerdos para producir carne que para que acumulen adiposidad.

La tipificación en carnes permite agrupar reses en clases y compararlas entre sí para que compradores y vendedores alcancen un lenguaje común que les permita comercializarlas incluso sin su presencia física. También permite orientar a la producción hacia el tipo de reses que el mercado exige recompensando a las de mayor calidad y aumenta la competitividad del producto, entre otras ventajas.

Con el fin de fomentar un progresivo mejoramiento de los planteles en la dirección mencionada, se adoptó la tipificación de carnes porcinas por magro en la República Argentina a partir del 17 de agosto de 1995 (Resolución S.A.G. y P. N° 57/95), dejándose de lado la basada en la conformación y terminación de las reses.

Es un sistema adoptado por los principales países productores porcinos del mundo y su adopción implica una nueva forma de comercializar cerdos en nuestro país (Agrupación de consultores en tecnologías del cerdo; 1999).

Las sondas ópticas automáticas.

El sistema consiste en medir los espesores de la grasa dorsal y del músculo *Longissimus dorsi* de las reses -en las plantas de faena- mediante una sonda óptica automática. Con esos datos medidos en milímetros y aplicando una fórmula de predicción, se estima el contenido de tejido magro (o contenido de músculo) expresado en porcentaje del peso de la res.

La sonda se halla conectada a una computadora y a una impresora para emitir el romaneo oficial, que es el documento comercial donde se ve reflejado el rendimiento de cada res y los promedios para la tropa, pudiendo servir para fijar el valor de los cerdos vendidos.

Actualmente, los equipos de medición aprobados por la S.A.G.P. y A. son el Fat O Meat'er (modelo de terminal S-70) de origen danés, y el Hennessy Grading Probe (modelo de sonda GP4), neocelandés.

Básicamente, se trata de "pistolas" de medición que poseen un estilete de filos cortantes que atraviesa la res, en el extremo de una sonda de penetración.

Esta tiene una fuente emisora de luz y un receptor que trabajan sobre el principio de reflexión de la luz dando lecturas diferenciales según el tejido: la grasa y los tendones producen una reflexión más alta que las fibras musculares (Agrupación de consultores en tecnologías del cerdo; 1999).



Figura 4- Fat O Meat'er



Figura 5- Hennessy Grading Probe

¿Cómo se estima el magro?

Los lugares de las reses donde se realizan las inserciones de la sonda son precisos y derivan de estudios científicos que comprobaron la alta correlación entre los espesores medidos en esas posiciones y el contenido muscular de la carcasa.

Si se utiliza el equipo Fat O Meat'er se hacen dos inserciones: la primera sobre la última costilla, a 8 cm. de la línea vertebral de la res, brinda una lectura de grasa en milímetros. La segunda inserción se realiza entre la tercera y la cuarta costilla, a 6 cm. de la línea vertebral, y da una lectura de grasa y una de músculo, también en milímetros.

Cabe aclarar que los cerdos, en la línea de faena, están sostenidos de sus miembros posteriores y el conteo de las costillas se realiza de arriba hacia abajo.

Los que usan el equipo Hennessy realizan en cambio una sola inserción, que coincide en un todo con la segunda que efectúa el Fat O Meat'er.

Más allá de diferencias de construcción y diseño entre ambos modelos (visores, conexiones a terminales o sistemas de impresión), las dos marcas pueden proveer también información referida al grado de color o reflexión del músculo en valores numéricos y escalas propias de cada una, que pueden resultar de utilidad para determinar de manera objetiva el destino comercial de

la carne (detección de carne pálida, blanda y exudativa=PSE) (Agrupación de consultores en tecnologías del cerdo; 1999).

Desarrollo del sistema y controles.

Las fórmulas de predicción del porcentaje de magro que se utilizan oficialmente, para cada una de las sondas mencionadas, fueron elaboradas por la Estación Experimental Regional Agropecuaria Pergamino del I.N.T.A. (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), que basó su estudio en trabajos de disección anatómica en cantidades representativas.

Son ecuaciones de regresión lineal múltiple y tienen en cuenta la precisión de cada modelo y las características particulares de los cerdos que se producen en el país.

Una vez obtenidas esas fórmulas se efectuó un relevamiento de una faena diaria en los principales frigoríficos porcinos del país para conocer cual era el porcentaje de magro representativo de la población de cerdos. Fue en el primer semestre de 1995 y se obtuvo el 41,72% como promedio de 5214 mediciones.

El personal que maneja las sondas electrónicas en las plantas frigoríficas depende de éstas y debe estar habilitado mediante cursos teórico-prácticos que dicta la O.N.C.C.A. (Oficina Nacional de Control Comercial Agropecuario).

Los tipificadores deben cumplir un rol neutral, respetando la reglamentación vigente en materia de clasificación y tipificación; son controlados mediante inspecciones periódicas de este Organismo. Por Resolución, los productores o remitentes de hacienda tienen permitido el libre acceso a la descarga, faena y tipificación de sus envíos en el frigorífico destino (Agrupación de consultores en tecnologías del cerdo; 1999).

Comercialización por magro.

La tipificación mediante sondas de penetración se aplica únicamente en la categoría "cachorros, capones y hembras sin servicio" cuyas reses pesen entre 70 y 115 Kg. en el palco de clasificación y tipificación del frigorífico. Ello implica una modalidad optativa de comercialización de sus reses "por magro", que se agrega a las tradicionales compras en pie y por rinde "al gancho".

En las categorías restantes (lechones, cachorros parrilleros, padrillos, torunos y chanchas) se mantienen las normas de tipificación anteriores (Resolución N°

49/90 de la ex-Junta Nacional de Carnes); significa que solo pueden comercializarse en pie o "al gancho".

Para la puesta en marcha del sistema que nos ocupa, debió adoptarse un valor base de tejido magro que sirviera de referencia en el estándar de comercialización. Teniendo en cuenta el relevamiento de 1995, representantes de la producción y de la industria acordaron fijar la base de comercialización en el 44% y a partir del mismo, un sistema de bonificaciones y descuentos.

El estándar de comercialización establece que por cada 1% por sobre el 44% de magro se bonificará con al menos 1% más del llamado "precio base" y que por cada 1% por debajo de 44% de magro se descontará como máximo el 1% del "precio base".

Por "precio base" se entiende la oferta libre que se hace por Kg. de peso de faena de reses porcinas que cumplan un determinado requisito: en este caso, que la tropa a la que pertenezcan tengan un promedio de 44% de músculo (Agrupación de consultores en tecnologías del cerdo; 1999).

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en la planta de procesamiento de carnes y en el Laboratorio de calidad de la fábrica de chacinados Cagnoli S.A., de la ciudad de Tandil, en el período comprendido entre julio y octubre del año 2017.

Plan de muestreo

Con respecto a la toma de muestra, lo primero que se llevó a cabo fue el armado de un plan de muestreo sobre un número apreciable de unidades de cada lote.

Cada muestra surgió de tomar el total de kilos producidos de tocino, papada, tapa de paleta y de jamón. El total de kilos de cada región se dividió en cada cajón plástico de 23.5 kg, promedio del peso. Una vez realizado esto, se obtenían el total de cajones. Para que la muestra sea representativa y tenga valor estadístico, al total de cajones se le calculaba la raíz cuadrada dividido dos (Código Alimentario Argentino, ley 18284, decreto 2126/71). De ésta forma, se determinó el total de cajones que se debían muestrear.

El tamaño de la muestra osciló entre 50 y 150 g y dependiendo del corte, variaron los puntos en los cuales se tomaron para lograr una muestra homogénea y representativa.



Figura 6- Muestra para tocino



Figura 7- Muestra para papada



Figura 8- Muestra de tapa de jamón

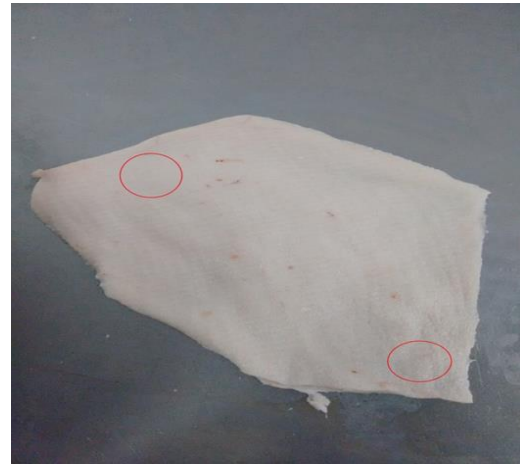


Figura 9- Muestra de tapa de paleta

Para realizar el muestreo se utilizó un sacabocado y guantes de látex.

Una vez tomadas las muestras se colocaron en una bolsa térmica para mantener la temperatura ≤ 7 °C y asegurar de ésta forma que la muestra que se examinara en el laboratorio no cortaba la cadena de frío y se encontraba en las condiciones originales a las cuales fue tomada.

Se utilizaron 64 muestras de entre 100 y 150 g, 32 provenientes de la dieta 1 a base de grano de maíz, aceite de soja y harina de soja y 32 muestras de la dieta 2 con los mismos macro ingredientes anteriormente nombrados más el agregado de grano de cebada.

DIETA 1

DURACIÓN DÍAS	15	15	15	15	15	15
MACROINGREDIENTE (KG)	DESARROLLO 1	DESARROLLO 2	DESARROLLO 3	TERMINACION 1	TERMINACION 2	TERMINACION 3
MAÍZ GRANO	630	661	711	720	790	837
ACEITE DE SOJA	30	26	20	14	8	3
HARINA DE SOJA	312	288	244	244	180	140

Tabla 3- Composición de la dieta 1.

DIETA 2

DURACIÓN DÍAS	15	15	15	15	15	15
MACROINGREDIENTE (KG)	DESARROLLO 1	DESARROLLO 2	DESARROLLO 3	TERMINACION 1	TERMINACION 2	TERMINACION 3
MAÍZ GRANO	630	661	711	631	687	615.7
CEBADA GRANO				100	100	200
ACEITE DE SOJA	30	26	20	15		
HARINA DE SOJA	312	288	244	232	191	164

Tabla 4- Composición de la dieta 2.

Definición del punto de fusión

Se define como el cambio de estado de agregación de sólido a líquido (Castillo y Mendoza, 2014).

Método del capilar abierto

El punto de fusión de los lípidos del tejido adiposo se determina a partir de la técnica del capilar abierto (Smith, Yang, Larsen y Tume, 1998).

MATERIALES:

- ✓ Mechero bunsen.
- ✓ Soporte universal y tela de amianto.
- ✓ Vaso de precipitado de 500ml.
- ✓ Vaso de precipitado de 100ml.
- ✓ Agua.
- ✓ Termómetro digital "Hanna".
- ✓ Capilares de vidrio.
- ✓ Refrigerador.
- ✓ Marcador y regla.

METODO:

- ✓ Se fundió la muestra de grasa en un vaso de precipitado utilizando un mechero.



Figura 10 y 11- Se fundió la muestra.

- ✓ Se tomó un capilar y se puso en contacto uno de los extremos con la grasa fundida (la grasa ascendió por capilaridad) hasta la obtención una columna de 1cm de grasa.

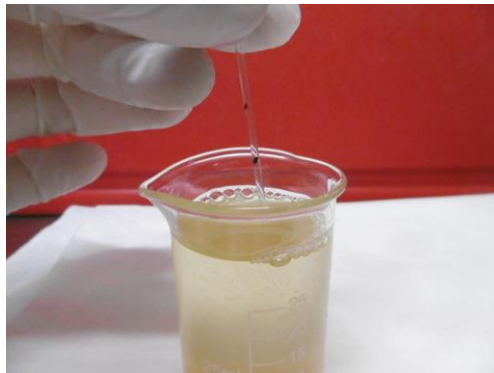


Figura 12- Se llenó el capilar.

- ✓ Se llevó a freezer por unos minutos de manera que el tejido graso quedó totalmente solidificado.



Figura 13- Se solidificó la grasa.

- ✓ Se colocó el tubo capilar conteniendo el material lipídico solidificado junto al termómetro de modo que la parte inferior del capilar (con lípido) coincidió con la parte inferior del termómetro; se ubicaron ambos en un soporte universal.



Figura 14- Se colocó el capilar adherido al termómetro.

- ✓ Se tomó un vaso de precipitado de 500ml con agua previamente enfriada. Se sumergió el bulbo del termómetro con el capilar anexado de modo que todo el componente lipídico quedó bajo el agua contenida en el vaso de precipitado.

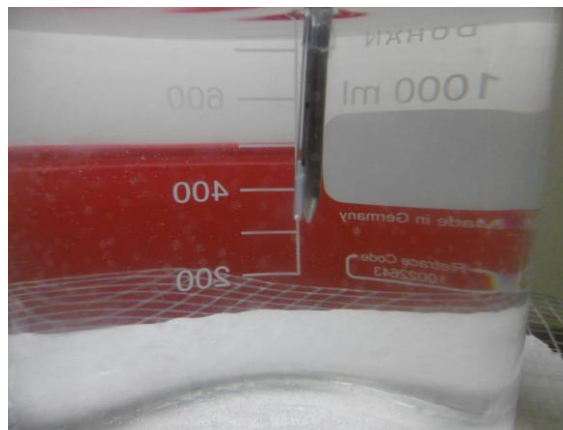


Figura 15- Se agregó agua.

- ✓ Se calentó suavemente de manera que la temperatura ascendió aproximadamente $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ agitando el agua permanentemente. Se determinó la temperatura exacta en la cual se produce un ascenso del contenido lipídico, es decir la temperatura de fusión de la grasa (Punto de fusión) Pouzo, L.; Zorrilla, J (n.d).



Figura 16- Se calentó.

Análisis estadístico

Se analizó la variable punto de fusión en muestras de grasa de 4 cortes diferentes (papada, paleta, jamón y tocino) de tropas de animales que eran alimentados con dos dietas distintas (1 y 2), por medio de un Análisis de Varianza (ANOVA). La comparación entre cortes se realizó por medio de LS Means (comparación de a pares).

Dicho análisis fue realizado con el Procedimiento Proc GLM del SAS 9.4.

RESULTADOS

Determinación del punto de fusión

En la siguiente tabla se presentan los datos comparativos luego de la determinación del punto de fusión de las muestras de tocino, tapa de jamón, tapa de paleta y papada de tropas de cerdos con diferente alimentación.

Dieta 1

	Punto de fusión de Tocino (°C)	Punto de fusión de Tapa Jamón (°C)	Punto de fusión de Tapa Paleta (°C)	Punto de fusión de Papada (°C)
Muestra 1	30°C	29.3°C	28.8°C	28°C
Muestra 2	30.1°C	29.2°C	29.2°C	28.3°C
Muestra 3	29.3°C	28.6°C	28.7°C	28°C
Muestra 4	30.3°C	28.8°C	29.2°C	28.1°C
Muestra 5	29.9°C	28.7°C	28.9°C	28.8°C
Muestra 6	29.8°C	28.8°C	28.4°C	28.3°C
Muestra 7	30°C	29.1°C	28.8°C	28.2°C
Muestra 8	29.9°C	28.8°C	29.1°C	28.4°C
Promedio	29.9°C	28.9°C	28.9°C	28.3°C

Tabla 5- Puntos de fusión obtenidos a partir de la dieta 1.

Dieta 2

	Punto de fusión de Tocino (°C)	Punto de fusión de Tapa de jamón (°C)	Punto de fusión de Tapa Paleta (°C)	Punto de fusión de Papada (°C)
Muestra 1	29.5°	29°C	28.9°C	28.5°C
Muestra 2	30.3°C	29.3°C	29.8°C	28.4°C
Muestra 3	30.2°C	29.4°C	29.4°C	28.4°C
Muestra 4	30.3°C	29.1°C	28.7°C	27.5°C
Muestra 5	30.1°C	29.5°C	29.2°C	28.7°C
Muestra 6	29.7°C	28.7°C	28.8°C	28.5°C
Muestra 7	30.8°C	29.4°C	29°C	28.8°C
Muestra 8	30.2°C	29.5°C	29.9°C	28.7°C
Promedio	30.1°C	29.2°C	29.2°C	28.4°C

Tabla 6- Puntos de fusión obtenidos a partir de la dieta 2.

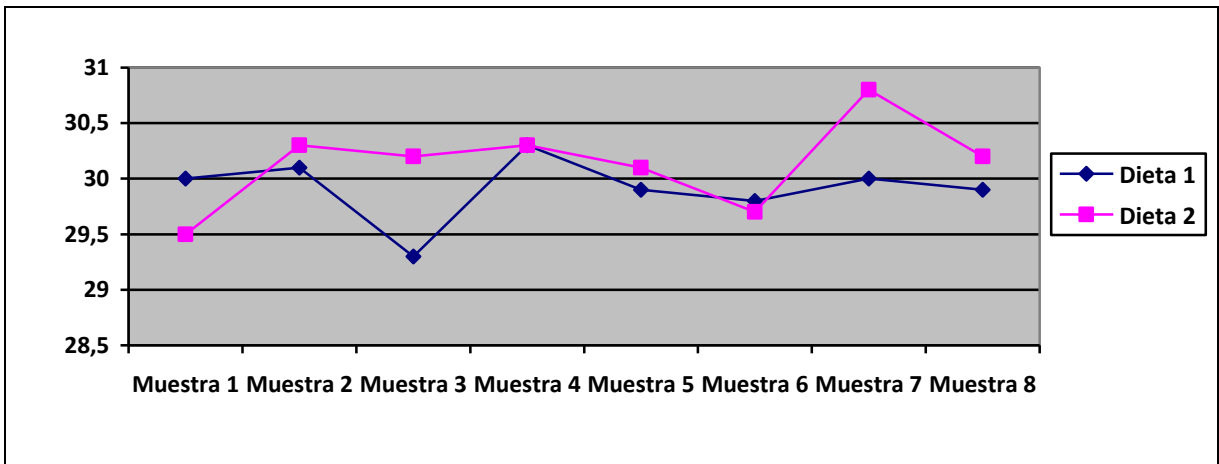


Figura 17- Puntos de fusión de tocino registrados a partir de ambas dietas.

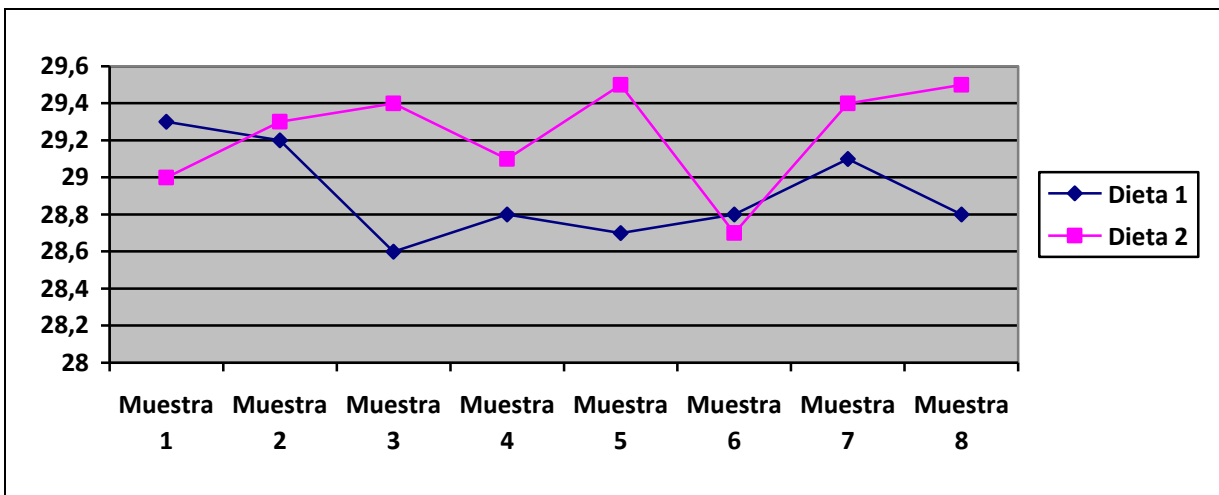


Figura 18- Puntos de fusión de tapa de jamón registrados a partir de ambas dietas.

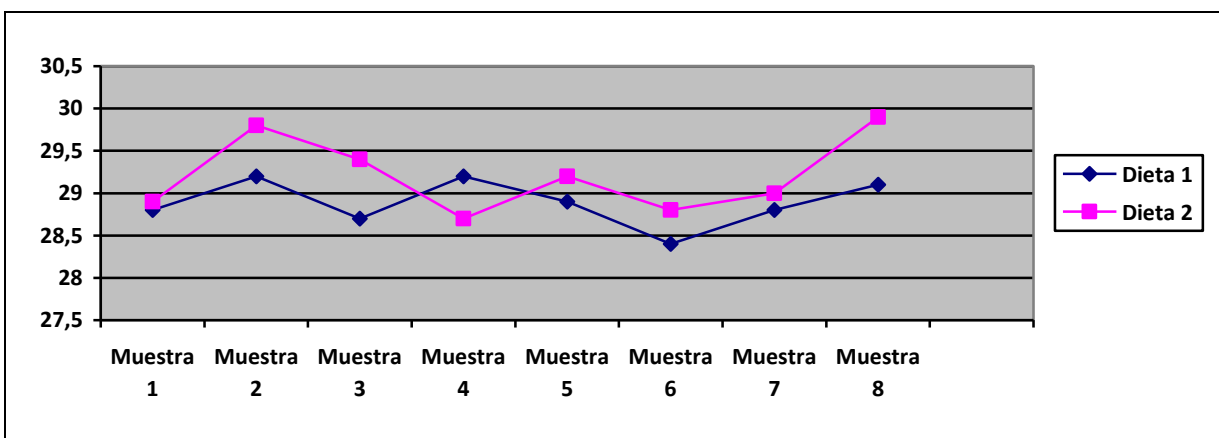


Figura 19- Puntos de fusión de tapa de paleta registrados a partir de ambas dietas.

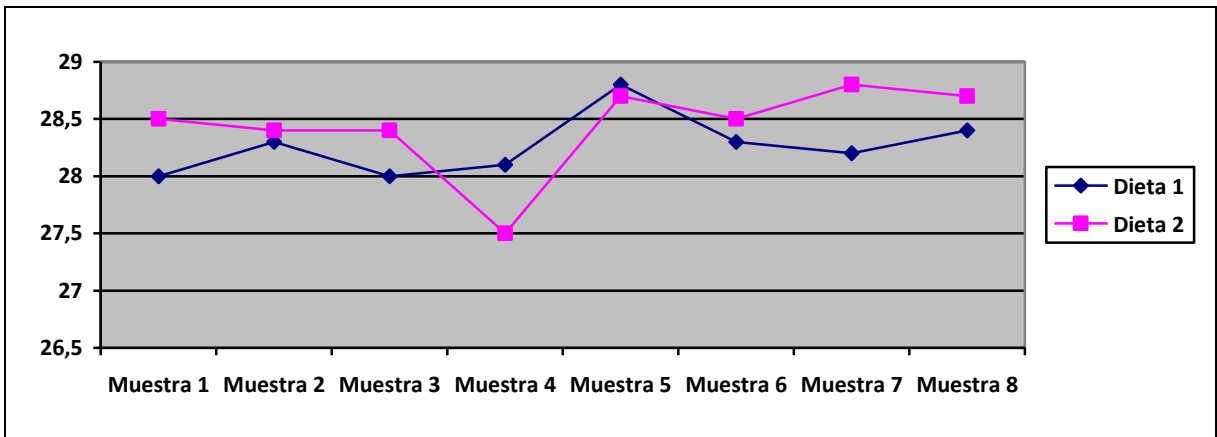


Figura 2- Puntos de fusión de papada registrados a partir de ambas dietas.

En el ANOVA se evidencian diferencias significativas para el efecto Dieta ($p=0,0396$) y para el efecto Corte ($p<0,0001$), no existiendo interacción entre ambos efectos.

CONCLUSIÓN

- Según los resultados obtenidos se puede concluir que el punto de fusión de la grasa cobertura varía significativamente, según el análisis estadístico, con la dieta utilizada en este trabajo. Por lo tanto, una manera eficiente de lograr mayor punto de fusión de la materia grasa en cerdos es aumentar el porcentaje de cebada en la dieta.
- Cabe destacar que el tocino es el corte graso con mayor punto de fusión comparado con las otras regiones, lo que puede servir para destinar las demás regiones del panículo adiposo a productos de menor calidad o a productos que no estén expuestos a altas temperaturas.
- La determinación del punto de fusión a partir de la técnica del capilar abierto es una técnica sencilla, eficiente, de bajo costo y confiable.

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
dieta	2	1 2
corte	4	jamon paleta papada tocino
tropa	16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

Number of Observations Read 64

Number of Observations Used 64

Dependent Variable: p_fusion

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	18	26.80000000	1.48888889	19.94	<.0001
Error	45	3.36000000	0.07466667		
Corrected Total	63	30.16000000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	p_fusion Mean
0.888594	0.938204	0.273252	29.12500

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
dieta	1	1.10250000	1.10250000	14.77	0.0004
corte	3	22.70000000	7.56666667	101.34	<.0001
tropa(dieta)	14	2.99750000	0.21410714	2.87	0.0037

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
dieta	1	1.10250000	1.10250000	14.77	0.0004
corte	3	22.70000000	7.56666667	101.34	<.0001
tropa(dieta)	14	2.99750000	0.21410714	2.87	0.0037

Tests of Hypotheses Using the Type III MS for tropa(dieta) as an Error Term

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
dieta	1	1.10250000	1.10250000	5.15	0.0396

Tests of Hypotheses Using the Type III MS for tropa(dieta) as an Error Term

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
corte	3	22.70000000	7.56666667	35.34	<.0001

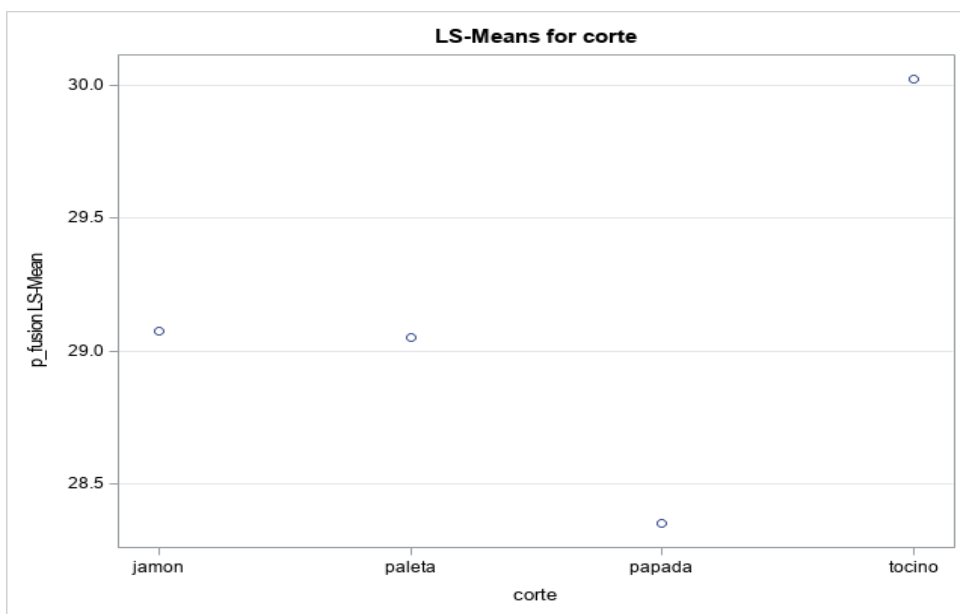
Least Squares Means

Standard Errors and Probabilities Calculated Using the Type III MS for tropa(dieta) as an Error Term

corte	p_fusion LSMEAN	LSMEAN Number
jamon	29.0750000	1
paleta	29.0500000	2
papada	28.3500000	3
tocino	30.0250000	4

Least Squares Means for effect corte
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)
Dependent Variable: p_fusion

i/j	1	2	3	4
1		0.8807	0.0006	<.0001
2	0.8807		0.0008	<.0001
3	0.0006	0.0008		<.0001
4	<.0001	<.0001	<.0001	



The MEANS Procedure
Analysis Variable : p_fusion

dieta	N Obs	Mean	Std Error	Coeff of Variation
1	32	28.99	0.12	2.25
2	32	29.26	0.13	2.44

Analysis Variable : p_fusion

corte	N Obs	Mean	Std Error	Coeff of Variation
papada	16	28.35	0.09	1.21
paleta	16	29.05	0.10	1.37
jamon	16	29.08	0.08	1.06
tocino	16	30.03	0.09	1.18

Analysis Variable : p_fusion

dieta	corte	N Obs	Mean	Std Error	Coeff of Variation
1	jamon	8	28.91	0.09	0.88
	paleta	8	28.89	0.10	0.95
	papada	8	28.26	0.09	0.93
	tocino	8	29.91	0.10	0.97
2	jamon	8	29.24	0.10	0.97
	paleta	8	29.21	0.16	1.55
	papada	8	28.44	0.14	1.43
	tocino	8	30.14	0.14	1.31

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrupación de consultores en tecnologías del cerdo (1999). La tipificación de carnes porcinas por magro en la Argentina. Pergamino, Buenos Aires. Argentina.
<https://www.ecosia.org/search?q=LA+TIPIFICACION+DE+CARNES+PORCINAS+POR+MAGRO+EN+LA+ARGENTINA.&addon=chrome&addonversion=2.0.3>
- Antequera T, López –Bote C, Córdoba JJ *et al.* Lipids oxidative changes in the processing of iberian pigs hams. *Food Chemistry* 1992; 45: 105-110.
- Bañón S., Granados M.V., Cayuela J.M., Gil M.D., Costa E., Garrido M.D. (2000). Calidad de la grasa obtenida a partir de cerdos magros. Facultad de veterinaria. Universidad de Murcia. Murcia, España.
- Brunori, J. C. (2013). Producción de cerdos en Argentina: situación, oportunidades, desafíos. Marcos Juárez. Córdoba. Argentina.
<https://inta.gob.ar/documentos/produccion-de-cerdos-en-argentina-situacion-oportunidades-desafios>
- Cameron, N.D., Warris, P.D., Porter, S.J., Enser, M.B. (1990). Comparación de los cerdos Duroc y British Landrace para carne y calidad alimentaria. *Meat Science*. Cap: 27.
- Castillo Rangel, N.; Mendoza Pérez, E. (2014). Manual de prácticas para el laboratorio de química orgánica. pag.1. Universidad Nacional Autónoma de México.
Disponible en URL:
http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/ManualdePracticas2014-2_26142.pdf
(Fecha de consulta: 10/12/2017).
- Cava R, Ruiz J, López-Bote CJ *et al.* Influence of finishing diet on fatty acid profiles of intramuscular lipids, triglycerides and phospholipids in muscle of the iberian pig. *Meat Science* 1997; 45: 263-270.
- Código Alimentario Argentino (ley 18284, decreto 2126/71). Sección Mercosur. Marzocchi Ediciones.
- de la Hoz I, López MO, Cambero MI *et al.* Fatty acid of iberian pig liver as affected by diet. *Archiv. fur Lebensmittelhygiene* 1993; 44: 81-82.

- Flores J, Birón C. Izquiero L *et al.* Characterization of Green hams from iberian pigs by fast analysis of subcutaneous fat. *Meat Science* 1988; 23: 253-262.
- Freitas, A. R. (2005). Curvas de Crescimento na Produção Animal. R. Bras. Zootec., cap: 34.
- Gandemer G. Les phospholipides du muscle: composition at altération au cours des traitements technologiques. *Rev. Fr. Corps Gras* 1990; 37: 75-81.
- Gandemer G, Viau M, Caritez JC *et al.* Lipid composition of adipose tissue and muscle pigs with an increasing proportion of meishan genes. *Meat Science* 1992; 32: 105-121.
- Gandemer G. Lipids and meat quality lipolysis oxidation, millard reaction and flavour. *Sciences des Aliments* 1999; 19: 439-458.
- Girard JP, Bout J y Salort D. Lipides et qualités du tissu adipeux: facteurs de variation. *Journées de la Recherche Porcine*, ITP, Paris, 1988; 20: 255-278.
- Gu, Y., Schinckel, A. P; Martin, T. G. (1992). Growth, development and carcass composition in five genotypes of swine. *J. Anim. Sci.*, cap: 70, 1719-1729.
- Gutiérrez, J. B. (2008). Jamón curado. Aspectos científicos y tecnológicos. Perspectiva desde la Unión Europea. Ed: Díaz de Santos, España.
- Hammond, J. (1966). Capitulo v: cerdos, pp. 172-198. En Principios de la explotación animal. Ed: Acribia, Zaragoza. España.
- La carne de cerdo y su valor nutricional (2005). El portal del cerdo. Disponible en URL: http://aacporcinos.com.ar/articulos/la_carne_de_cerdo_y_su_valor_nutricional.html (Fecha consulta: 10/03/2018).
- Larick DK, Turner BE, Schoenherr WD *et al.* Volatile compound content and fatty acid composition of pork as influenced by linoleic acid content of the diet. *J. Animal Science* 1992; 70: 1397-1403.
- Leseigneur-Meyner A y Gandemer G. Lipid composition of pork muscle in relation to the metabolic type on the fibres. *Meat Science* 1991; 29:

229-241.

- López Bote, C.; Olivares, A.; Fernández, E.; Ramírez, P. y Rey, A. (2005). Estrategias genéticas y nutricionales en la modificación de la composición de la carne. pag. 54-55. Departamento de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense.

Disponible en URL:

<http://fen.org.es/storage/app/media/imgPublicaciones/24-Derivados%20c%C3%A1rnicos.pdf#page=54>

(Fecha consulta: 28/11/2017)

- Miller MF, Schackelford SD, Hayden KD *et al.* Determination of the alteration in fatty acid profiles, sensory characteristics and carcass traits of swine fed elevated levels of monounsaturated fats in the diet. *J. Animal Science* 1990; 68: 1624-1631.
- Moreno, A.; Telechea, J. M. (2011). Monitoreo y estudio de cadenas de valor ONCCA. Informe de la cadena porcina.

Disponible en el URL:

<https://es.scribd.com/document/47554583/Informe-Cadena-Porcina>

Fecha de consulta: (06/11/2017).

- Mouret J, Chauvel J, Le Denmat M *et al.* Variations du taux d'acide linoléique dans le régime du porc: effets sur les dépôts adipeux et sur l'oxydation du C 18:2 au cours de la conservation de la viande. *Journées de la Recherche Porcine*. ITP, Paris, 1991; 23: 357-364.
- Periago JL, Pita ML, Sánchez del Castillo MA *et al.* Changes in lipid composition of liver microsomes and fatty ACYL-CoA desaturase activities induced by medium chain triglyceride feeding. *Lipids*. 1989; 24: 383-388.
- Pouzo, L.; Zorrilla, J (n.d). Determinación del punto de fusión de grasas. Trabajo Práctico de cátedra Calidad y tecnología de la carne y productos cárnicos. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Ruiz J y López-Bote C. Improvement of dry-cured ham quality by modification through dietary means. En: *Research advances in the quality of meat and meat products*. F. Toldrá (ed.). Trivandrum, Kerala, India: Research Signpost, 2002: 255-271.

- Secundi F, Gandemer G, Luciani A *et al.* Evolution chez porc corse, des lipids des tissus adipeux et musculaires au cours de la periode pour engraisser. *Journés de la Recherche Porcine*, ITP, Paris, 1992; 224: 77-84.1992.
- Smith, S. B., Yang, A., Larsen, T. W., & Tume, R. K. (1998). Positional analysis of triacylglycerols from bovine adipose tissue lipids varying in degree of unsaturation. *Lipids*, 33(2), 197–207.
- Statistical Analysis Systems, Version 9.2 (2009) (SAS, Institute Inc., Cary, NC, USA).
- Vieites, C. M.; Basso, L. R. (1986). *Cerdos para carne*. Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires. Pp. 112.
- Weinling, H. (1973). *Tecnología práctica de la carne*, pp 38-86 . Acribia. Zaragoza, España.
- Whitttemore, C. T. (1996). Cambios en el crecimiento y en la composición corporal de los cerdos, pp. 49-81. En: *Ciencia y práctica de la producción porcina*. Acribia S.A. Zaragoza, España.
- Wood, J., Jones, R., Francombe, M., Whelehan, O. (1986). Los efectos del grosor de la grasa y el sexo en la calidad de la carne de cerdo con especial referencia a los problemas asociados con el exceso de grasa. Resultados de panel entrenados y de laboratorio. *Producción animal*. Cap: 43.
- Zambonelli C, Papa F, Romano P, Suzzi G, Grazia L (1992). *Microbiología del salumi*, pp 6. Adagricole. Bologna, Italia.