

*“Universidad Nacional “José Faustino Sánchez Carrión”*



*Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental*

*Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias*

**“CARACTERIZACION DE LA CALIDAD EN LA CARNE DE CERDO”**

**MONOGRAFÍA**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS.**

**Presentado por el Bachiller:**

**VALERIO CHAVEZ JOHAN VALERY**

**Asesor: Ing. FERNANDEZ HERRERA FREDESVINDO**

**Huacho–Perú**

**2012**

*“Universidad Nacional “José Faustino Sánchez Carrión”*



*Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental*

*Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias*

## **CARACTERIZACION DE LA CALIDAD EN LA CARNE DE CERDO**

**Presentado por:**

**VALERIO CHAVEZ JOHAN VAERY**

**APROBADO ANTE EL SIGUIENTE JURADO:**

---

**Mg. Ss. Dueñas Sánchez, Benigno Felix**

**Presidente**

---

**Ing. Pujada Abad, Hilario Noberto**

**Secretario**

---

**Ing. Airahuacho Bautista, Felix Esteban Ing. Fernández Herrera, Fredesvindo**

**Vocal**

**Asesor**

## **DEDICATORIA**

A mi padre, ejemplo de ser humano,  
a mi madre que está al lado del altísimo,  
a mi madrina  
incondicionalmente en todo momento, a ti  
que te amare siempre y especialmente a  
Adriano y a ti mi pequeña Ailema que  
sacas lo mejor de mí y renuevas mis  
fuerzas con cada sonrisa y abrazo, Dedico  
MI TRABAJO  
MONOGRAFICO.

## **AGRADECIMIENTO**

Un agradecimiento muy especial a mi padre,  
a mi madre y mi madrina por sus esfuerzos y  
su apoyo incondicional

Y todas aquellas personas que sin su ayuda no se  
hubiera logrado el presente resultado.

Gracias

## INDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
I. INTRODUCCION	10
II. ANALISIS DEL GANADO PORCINO	12
2.1. Descripción y presencia del mercado peruano	12
2.2. Sistema de producción de carne	15
III. GENERALIDADES DEL CERDO	17
3.1. Definición del cerdo	17
3.2. Estructura de tejidos de la carne de cerdo	18
3.3. Principales razas de cerdos	19
3.4. Alimentación	22
3.5. Proceso post mortem	22
3.6. Comercialización	24
IV. CALIDAD DE LA CARNE DE CERDO	26
4.1. Característica de la calidad de la carne de cerdo	26
4.2. Composición química de la carne, composición proximal	37
4.3. Factores biológicos que controlan la calidad de la carne cerdo	47
4.4. Problemas de la carne de cerdo	47
4.5. Métodos auxiliares para la caracterización de la calidad en la carne de cerdo	51
V. CARACTERISTICAS ESENCIALES DE LA CANAL DEL CERDO	55
5.1. Características que influyen en la canal	55
5.2. La composición de la canal	56
5.3. Influencia de la genética sobre la calidad del canal de la carne de cerdo	60
5.4. Inspección sanitaria de los canales de porcino	69
VI. CONCLUSIONES	71
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	72

## INDICE DE TABLA

Pág.		Nº
1	Beneficio de ganado porcino 2006- principales departamentos del Perú	14
2	Cruzamiento de razas para obtener características adecuadas para el mercado	14
3	Estimados de la población de marranas bajo explotación comercial	16
4	Diferencias de características post-mortem en cuatro tipos de carne	23
5	Composición proximal de la carne de distintas especies animales	38
6	Contenido lipídico (%) de algunos músculos del cerdo LargeWhite en edad de sacrificio	41
7	Contenido en triglicéridos y fosfolípidos (en g por 100g de músculo) de diferentes músculos	43
8	Comparación en lípidos intramusculares de Longissimusdorside razas de cerdos puros	43
9	Perfil de ácidos grasos de depósito intramuscular de las diferentes especies Animales de consumo	45
10	Efectos de la raza en la calidad de canal (hembras, 95 Kg)	61
11	Crecimiento y Característica de la Calidad de la Canal de la Carne de Cerdos LandraceBritanico, seleccionados como Halotanospositivos, halotanos negativos o sus cruces	65
12	Efectos del contenido graso de la calidad sensorial <sup>a</sup> de la carne de cerdo	66
13	Asociación entre la Textura determinada instrumentalmente y la grasa intramuscular	67
14	Efecto de la incorporación de diferentes proporciones de genética Duroc sobre el contenido en grasa intramuscular y sobre la calidad para el consumo de carne de cerdo fresca de hembras y verracos alimentados	68
15	Niveles de grasa intramuscular y calidad sensorial (aceptabilidad global) de carne procedente de 10 razas de cerdos sacrificados a un peso vivo medio de 62 Kg	69

## INDICE DE FIGURAS

Fig.		Nº
1	Precios Relativos de Carne Porcina Vs Otras Carnes	25
2	Cruce para Obtener Cerdo para Consumo	62

# Caracterización De La Calidad En La Carne De Cerdo

Characterization of quality in meat pork

Valerio Chavez, Johan Valery<sup>1</sup>. Fredesvindo, Fernandez Herrera<sup>1</sup>. Benigno Felix, Dueñas Sanchez<sup>2</sup>. Hilario Noberto, Pujada Abad<sup>1</sup>. Airahuancho Bautista, Felix Esteban<sup>1</sup>.

## RESUMEN

**Objetivo:** proporcionar información relevante sobre la carne de cerdo que se produce en nuestro país ya que el producto final tiene dos connotaciones, uno para el consumidor como satisfacción al momento de la compra y otra para el productor el cual ve el producto el resultado del proceso productivo; el conocer y evaluar que el producto adquiere un estándar de calidad. **Métodos:** de control ya que se debe realizar al tipo de crianza, según el tipo de raza, manejo y sacrificio; de procesos tecnológicos y de aprovechamiento en el cual la optimización sea la máxima generando los mejores productos para el consumidor y las mejores utilidades para el productor. **Conclusiones:** la calidad de la carne de cerdo se ve afectada por múltiples factores a lo largo de la cadena cárnica. La alimentación juega un papel determinante en ciertos atributos de calidad, pero en la mayoría de casos se debe considerar su interrelación con otros aspectos del proceso productivo: genética, manejo y sacrificio. Es vital la comprensión de los mecanismos fisiológicos involucrados en cada atributo para desarrollar estrategias prácticas que permitan maximizar la calidad.

**Palabra clave:** caracterización de la carne de cerdo, calidad de la carne de cerdo

---

Characterization of quality in meat pork

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental

<sup>2</sup>Facultad de Ingeniería Pesquera



## ABSTRACT

**Objective:** provide relevant information about meat pork that occurs in our country since the final product has two connotations, one for the consumer as satisfactory at the time of purchase and another for the producer who sees the product as the result of the productive process; to know and evaluate that the product acquires a quality standar. **Methods:** of control since it must be done at the of breeding, according to the type of race, handling and sacrifice; of technological processes and in which the optimizationb be is the máximo generating the best products for the consumer and the best utilities for the producer. **Conclusión:** the quality of the meat pork is affected by multiple factors along the food chain. Feeding plays a decisive role in certain attributes of quality, but in most cases it should be considered its interrelation with other aspects of the productive process: genetics, management and sacrifice. It is vital to understand the physiological mechanisms involved in each attribute to develop practical strategies to maximize quality.

Palabra clave: caracterizacion meat of pork, quality meat pork

---

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental

<sup>2</sup>Facultad de Ingeniería Pesquera

## I. INTRODUCCION

El cerdo (*Sus scrofa domesticus*) es una especie de mamífero artiodáctilo de la familia Suidae. Es un animal doméstico usado en la alimentación humana por algunas culturas. Su nombre científico es *Sus scrofa domesticus*, aunque algunos autores lo denominan *Sus domesticus* o *Sus domesticus*, reservando *Sus scrofa* para el jabalí. Fue domesticado hace unos 5.000 años. Se encuentra en casi todo el mundo. La familia de los suidos también incluye alrededor de 12 diferentes especies del cerdo silvestre, clasificadas también bajo el género *Sus*.

El cerdo doméstico adulto tiene un cuerpo pesado y redondeado; hocico comparativamente largo y flexible; patas cortas con pezuñas (cuatro dedos) y una cola corta. La piel, gruesa pero sensible, está cubierta en parte de ásperas cerdas y exhibe una amplia variedad de colores y dibujos. Magníficamente adaptados para la producción de carne, dado que crecen y maduran con rapidez, tienen un periodo de gestación corto, de unos 114 días, y pueden tener camadas muy numerosas. Son omnívoros y consumen una gran variedad de alimentos, tal vez una de las razones que condujeron a su domesticación. Más allá del proceso de producción, es necesario conocer y evaluar que se produce, puesto que el producto final tiene dos connotaciones, uno para el consumidor como satisfacción al momento de la compra y otra para el productor el cual ve en el producto el resultado del proceso productivo; el conocer y evaluar que se produce hace que el producto adquiera un estándar de calidad, expresa además una serie de conocimientos en los procesos post- mortem que se deben tener en cuenta visto que luego del sacrificio se inicia todo un proceso y fundamento en relación con la carne y sus componentes. Es allí donde su estudio se hace importante y conveniente para los procesos tecnológicos y de aprovechamiento en el cual la optimización sea la máxima generando los mejores productos para el consumidor y las mejores utilidades para el productor.

Actualmente el mercado de la carne de cerdo está demandando un producto exigido por el consumidor que reúna una serie de características o combinación de factores, como son: comestible, nutritivo y saludable. La calidad de cualquier producto debe ser consistente y en especial cuando se trata de carne, contemplándose con esto, que el producto debe ser atractivo en apariencia, apetitoso y palpable. La calidad es un tema complejo, esto quiere decir que el cliente no solamente está exigiendo un alto contenido de magro en las canales porcinas y en especial en las piezas más costosas como los lomos y perniles (jamones); sino también que el producto (carne) reúna una serie de características que permitan

producir la calidad más satisfactoria con el mejor rendimiento. El concepto calidad de la carne está formado por factores sensoriales, nutricionales, higiénicos y tecnológicos.

El consumo es variable dependiendo de la condición económica del consumidor, pero la producción se da en todos los niveles económicos. Pues bien, este documento trata de reunir las características importantes para conocer la calidad de la carne de cerdo con un único fin de analizar y discutir los factores productivos, características fisiológicas y procesos post-mortem que están incluidos en el uso de tejidos animales, como alimento para los humanos.

Por lo tanto, se ha creído conveniente tener en cuenta dentro de la estructura de la monografía los siguientes capítulos:

1. La descripción y presencia en el mercado peruano, los diferentes sistemas de producción.
2. Estructura de los tejidos de la carne, diferenciar las razas, alimentación y comercialización.
3. Características de la calidad de la carne de cerdo, composición química de la carne, factores biológicos que controlan la calidad, problemas de calidad de la carne de cerdo.
4. características que influyen en la canal, composición de la canal influencia de la genética sobre la calidad de la canal, inspección sanitaria de los canales.

Es así que la presente Monografía persigue los siguientes Objetivos:

- ❖ Conocer el manejo y los sistemas de producción del ganadoporcino.
- ❖ Conocerla estructura de los tejidos de la carne de cerdo, diferenciar sus razas, alimentación y comercialización.
- ❖ Conocer las características de la calidad de la carne de cerdo
- ❖ Como aplicar la tecnología adecuada para mejorar la genética.

## II. ANALISIS DEL MERCADO PORCINO

### 2.1. Descripción y Presencia en el Mercado Peruano

El cerdo (*Sus scrofa domestica*), es la especie animal cuyas bondades han sido apreciadas por el hombre desde tiempos inmemoriales. Se considera que es una de las especies con mayor potencial carnicero, siendo la más consumida en el mundo.

Al Perú llega con la conquista y se afirma que la raza de dichos animales era la denominada raza ibérica. La crianza del cerdo se hace atractiva para la crianza doméstica por ser un eficiente cosechador de gran variedad de materiales vegetales y consumidor de residuos domésticos que le sirven de alimento, representando en cierto modo una forma de generación de fuente de proteínas que no implicará mayores costos por el tipo de alimentación recibida.

La creciente importancia del cerdo como fuente de alimentación, ha llevado a la evolución de su crianza, pasando de formas de producción doméstica hacia formas de producción más intensivas, desarrollándose inclusive razas especializadas en producción de carne, disminuyéndose la producción de grasa, debido al creciente consumo de aceites vegetales (Alvarado, 2003).

En Perú, la crianza del cerdo criollo es atractiva para el pequeño productor por ser el cerdo un eficiente cosechador de gran variedad de materiales vegetales y consumidor de residuos domésticos que le sirven de alimento, representando en cierto modo una forma de generación de fuente de proteínas que no implicará mayores costos por el tipo de alimentación recibida (MINAG, 2005).

En las familias con menores ingresos la crianza de cerdos criollos se realiza, generalmente, de manera abierta, como animales comedores de residuos. En este tipo de crianza abierta se presenta la dificultad para controlar a los animales y prevenir el daño a los cultivos (Preston, 2005).

El sistema de crianza abierta se caracteriza por mantener a los cerdos libres en los campos de pastoreo en donde se alimentan de materia vegetal, restos de comida casera y ocasionalmente una ración de alimento balanceada.

Durante la cosecha de papa (patata), ésta se constituye en su principal alimento, especialmente la papa pequeña y podrida, y las que quedan en el terreno.

Sin embargo, el mayor problema se presenta durante los meses de enero a abril, debido a que el alimento almacenado para el año empieza a escasear.

Este tipo de crianza de cerdos constituye una actividad secundaria, complementaria a otras actividades de carácter agropecuario o de una crianza doméstica con fines de consumo (MINAG, 2005).

En este sistema tradicional de manejo de cerdos, la mujer es la encargada de la crianza, por lo tanto la capacitación en manejo, educación sanitaria, salud pública y comercialización debe estar dirigida hacia ella (Gómez, 2004).

En la región, las instalaciones utilizadas para la crianza, se caracterizan por ser corrales de madera. El tamaño de los corrales depende de la cantidad de animales que posee el criador estos pueden ser desde 5 metros cuadrados hasta 70 m<sup>2</sup>. Los bebederos y comederos están hechos a partir de cubiertas de neumáticos viejos que están cortados por la mitad (Chou, 2006).

Los animales son liberados al campo durante el día y durante la tarde retornan a pernoctar en los corrales o alrededores de la casa del propietario, para ser alimentados. Las marranas preñadas son confinadas en corrales 2 semanas antes de la parición, alimentándose de lo que el propietario le provee. Generalmente la marrana pare en los alrededores de la granja y retorna a esta para que la alimenten (Olivera y Nuñez, 2005).

La producción de porcinos muestra una tendencia creciente durante los últimos cinco años, aunque se reporta una ligera disminución de la producción para el año 2001, donde la población nacional llega a 2 779 550 cabezas. Tomando como referencia la población nacional según departamentos para el año 2001, Lima es el principal productor con el 17.84% del total, le sigue Huánuco (10.12%), Cajamarca (6.98%), Ancash (6.10%), Piura (6.01%) y Apurímac (5.09%).

Cabe señalar que la distribución poblacional en los departamentos restantes es más o menos homogénea, oscilando entre 3% a 5% de la población total. Comparando por regiones naturales, aproximadamente el 55.6% de la producción se desarrolla en la Sierra, el 32.26% en la costa y 12.13% a la Selva (Alvarado, 2003).

**Tabla 1. Beneficio de ganado porcino 2006- principales departamentos del Perú**

<b>Departamento</b>	<b>Unidades</b>	<b>%</b>	<b>(t)</b>	<b>Kg/Unid.</b>
<b>Lima</b>	368720	49.1	22262.9	60.4
<b>La Libertad</b>	66884	8.9	3835.9	57.4
<b>Cajamarca</b>	45021	6.0	1843	40.9
<b>Arequipa</b>	39772	5.3	2106.4	53.0
<b>San Martín</b>	33927	4.5	1544.0	45.5
<b>Lambayeque</b>	33620	4.5	1480.0	44.0
<b>Otros</b>	162260	-	7009.4	43.2
<b>Total Nacional</b>	750204	-	40081.6	53.2

Fuente: MINAG,2006

No es posible afirmar que una u otra raza es mejor que la otra, pues dependerá de la función o aptitudes que se quiera desarrollar en la crianza del animal. Para fines comerciales, resulta siendo más práctico el cruce de dos líneas o razas, que algunos también denominan "cruzamiento industrial" y que tiene como objetivo que cada raza aporte lo mejor de sí. En este caso, la aptitud materna y prolificidad (Yorkshire y Landrace) por un lado y el rápido crecimiento y calidad de carcasa (Hampshire y Duroc).

Por lo tanto lo que se busca es ofrecer en el mercado un producto de calidad y que el animal se desarrolle en el menor tiempo posible. Eso implica desarrollar cruzamientos de diversas razas, para ofrecer al mercado animales con características adecuadas. Algunos autores recomiendan ciertos esquemas de cruzamiento para lograr buenos animales para el beneficio (Begoña, 1999).

**Tabla 2. Cruzamiento de razas para obtener características adecuadas para el mercado**

<b>Cruzamiento</b>	<b>Costa "A"</b>	<b>Costa "B"</b>	<b>Sierra y Selva</b>
<b>Primer cruce</b>	Marrana Yorkshire y Verraco Landrace	Marrana Landrace y Verraco Yorkshire	Marrana Yorkshire y Verraco Hampshire
<b>Segundo cruce</b>	Marrana Cruzada y Verraco Hampshire	Marrana cruzada y Verraco Duroc	Marrana cruzada y Verraco Duroc
<b>Resultados</b>	Gorritos para beneficio	Gorritos para beneficio	Gorritos para beneficio

Fuente: Begoña, 1999

## **2.2. Sistema de producción de carne**

A nivel nacional, se puede identificar dos grandes sistemas de producción: el sistema extensivo y el intensivo. El primero se caracteriza por mantener a los cerdos permanentemente en los campos de pastoreo, donde se alimentan de materia vegetal directamente, restos de comida casera y ocasionalmente una ración balanceada de alimento. En el segundo, los animales permanecen confinados en todas sus etapas de producción, exigiendo que el animal gane el máximo de peso con la menor cantidad de alimento (Alvarado, 2003), existen diferentes sistemas que a continuación mencionaremos:

### **2.2.1. Sistema extensivo**

A pesar de ser predominante en el Perú, se constituye en actividad secundaria, complementaria a otras actividades de carácter agropecuario o de una crianza doméstica con fines de consumo. Según el Censo Nacional Agropecuario de 1994, el 82% de las Unidades Agropecuarias constituían piaras de menos de 20 animales. En nuestra serranía el cerdo pastorea conjuntamente con animales herbívoros, consumiendo materia vegetal y diversidad de productos biológicos que se encuentran en el camino.

Otra forma de crianza es atar los cerdos a una estaca, manteniendo un radio de acción de acuerdo al tamaño de la cuerda, donde es alimentado. En la selva, también el animal permanece suelto, alimentándose de los recursos que le pueda proveer el bosque. En la costa se puede encontrar un mayor grado de confinamiento en la crianza de cerdos, siendo alimentados con residuos de cocina o residuos recolectados de restaurantes y otros.

Las características de este sistema de producción, condicionan la productividad de las piaras las cuales muestran indicadores de producción bajos, alargándose el período de engorde. La incidencia de este sistema de crianza, se refleja en las estadísticas nacionales que muestran rendimientos unitarios con un promedio de 53.43 kilos por unidad para el 2001. Manteniendo una variación entre 52.83 y 55.89 kilos/unidad para el período 1996 – 2001 (Smith, 1999).

### 2.2.2. Sistema intensivo

La producción intensiva se orienta al mercado, desarrollándose en la Costa (Departamentos de Lima, Ica, La Libertad, Lambayeque, Arequipa y Tacna) y selva (San Martín, Loreto y Ucayali).

La costa central agrupa la mayor cantidad de marranas, estimándose una población entre 14 000 a 16 000; mientras que la menor población se ubica en el oriente con un estimado de 1 000 a 2 000 marranas.

En la medida que la crianza intensiva se orienta al mercado, el nivel de competencia por satisfacer las necesidades de los consumidores es mayor, lo cual a su vez debe permitir que las empresas dedicadas a la actividad obtengan márgenes adecuados.

Esto exige desarrollar niveles altos de productividad y eficiencia para mantenerse en el mercado. (Chou, 2006)

**Tabla 3.** *Estimados de la población de marranas bajo explotación comercial*

<b>Áreas Geográficas</b>	<b>Población Estimada</b>	<b>Tamaño de Granjas</b>
<b>Costa Norte</b>	4000-6000	100-1200
<b>Costa Central</b>	14000-16000	100-1500
<b>Costa Sur</b>	2000-4000	20-450
<b>Oriente</b>	1000-2000	20-250

Fuente: Chou, 2006



### III. GENERALIDADES DEL CERDO

#### 3.1. Definición del cerdo

El nombre científico de la especie es *Sus scrofa domestica*, mientras que la denominación *Sus scrofa* se refieren al jabalí (el cerdo silvestre). El término cerdo proviene de cerda, lo que hace referencia a su pelo grueso. El cerdo, es un mamífero domesticado de la familia de los Suidos, que se cría en casi todo el mundo como fuente de alimento. Los cerdos pertenecen al orden de los Artiodáctilos (con número par de dedos). Pertenecen también al suborden de animales con 44 dientes, incluyendo dos caninos de gran tamaño en cada mandíbula que crecen hacia arriba y hacia fuera en forma de colmillos. Los cerdos parecen descender de dos suidos salvajes, una especie europea y otra del Sureste asiático; probablemente se domesticaron en China hace unos 9.000 años y más tarde en Europa (Carbonell, 1967).

Fueron introducidos en América por Cristóbal Colón y los expedicionarios españoles. Los cerdos reciben diferentes nombres de crianza:

- Gorrino, cuando son menores de 4 meses de edad.
- Cochinito, cuando todavía maman.
- Verraco, al cerdo macho que se destina a la reproducción.
- Cochino, a los cerdos cebados para la matanza.
- Lechón, al cerdo macho de cualquier edad. En Argentina, Uruguay, Chile, México y España, a los que maman.
- Cocha, o Gocha, otro nombre para la hembra del cerdo.
- Piara, se llama a un grupo de cerdos.
- Puerco, cochino cebado.
- Chanco, Chancha, cerdo macho ó hembra de cualquier edad (en Uruguay, Chile y Argentina).

El cerdo doméstico adulto tiene un cuerpo pesado y redondeado; hocico comparativamente largo y flexible; patas cortas con pezuñas (cuatro dedos) y una cola corta. La piel, gruesa pero sensible, está cubierta en parte de ásperas cerdas y exhibe una amplia variedad de colores y dibujos. Son animales rápidos e inteligentes. Los cerdos, son los únicos mamíferos que no poseen glándulas sudoríparas; debido a eso se mojan o

enlodan frecuentemente para mantenerse frescos en climas y temporadas cálidas. Si se asolean demasiado se les puede irritar la piel. Los cerdos tienen el olfato muy desarrollado. Magníficamente adaptados para la producción de carne, dado que crecen y maduran con rapidez, tienen un periodo de gestación corto, de unos 114 días, y pueden tener camadas muy numerosas (Hoogenkamp,2003).

### **3.2. Estructura de tejidos de la carne de cerdo**

La carne como producto está compuesta por fracciones netamente musculares (músculo esquelético ~ porción miofibrilar), fracciones líquida (porción sarcoplásmica) y de tejido conectivo que sostiene el paquete de fibras y la fibra muscular en general. En Bovinos se observan que la fracción miofibrilar representa un 50-55 %; la fracción sarcoplásmica 30-35 % y el tejido conectivo representan de un 10 a un 20 %. La alta proporción de tejido conectivo hace que la textura de la carne bovina sea dura y la baja proporción de porción miofibrilar explica una baja proporción de músculo para convertirse en carne. La porción de células adiposas varía entre 1.5 a 13 % para esta especie animal y se pueden ubicar rodeando la fibra muscular o al interior de ella. La grasa interna se denomina marmóreo y es la capacidad para depositar grasa entre miofibrillas musculares, esta capacidad es valorada de buena manera en sistemas de calificación cualitativa en América y Europa.

El tipo de fibras en porcinos no varía en demasía frente a la del bovino, explicando que estas dos especies tienen altas proporciones de tejido conectivo al ser animales terrestres y los cuales destinan más músculos a actividades de movimiento reduciendo los músculos posturales que aumentan las porciones miofibrilares, por ende la calidad de este tipo de carne junto con la del bovino en cuanto a palatabilidad es menor frente a las otras especies. Del total de fibras musculares pertenecen en una mayor proporción a fibras blancas o fibras de bajo metabolismo oxidativo y que a su vez son de mayor diámetro. Este tipo de fibras se encuentra más en líneas mejoradas que en cerdos salvajes (Sánchez, 1999).

El número de fibras rojas aumenta con el aumento de peso vivo del animal, pero como estos se sacrifican en edades jóvenes el número de F. Rojas es bajo y el potencial de crecimiento se dio en el aumento de tamaño de las F. Blancas. Asimismo la proporción de tejido conectivo es bajo y la porción de colágeno que afecta la textura de la carne no alcanza valores altos en la fibra que afecte su calidad cualitativa. La deposición

de células adiposas en el cerdo, incluye no solo las células similares a los fibroblastos y a las células glandulares, ya que las células adiposas peri renales pueden derivar de células endoteliales del sistema vascular. Tras el nacimiento aumentan intensamente las actividades de la lipoproteína lipasa y de la lipasa sensible a las hormonas, iniciando así un proceso de acumulación de triglicéridos durante todo el ciclo vital del cerdo (Swatland, 1991).

El desarrollo del tejido adiposo intramuscular en la carne de cerdo puede depender de la estructura muscular y de la disposición fascicular. Los músculos con largos fascículos paralelos pueden depositar grasa intramuscular con mayor facilidad que los músculos en forma de pluma con fascículos cortos que se insertan formando un ángulo con su tendón. La deposición de grasa intramuscular tiene lugar más tarde que las localizadas a nivel subcutáneo, visceral e intramuscular, y no resulta apreciable hasta las 16 semanas en los músculos trapezius y semitendinosus (Kauffman 1973).

### 3.3. Principales razas de cerdos

a) **Yorshire o Large White:** Raza originaria de Inglaterra. Su cuerpo es largo, ancho y profundo con apariencia maciza. Son totalmente blancos, sin manchas con orejas erectas. Tienen buena rusticidad, su carácter es prolifero y con buena aptitud lechera y materna. Muy valorada por sus características maternas, esta raza se utiliza habitualmente en cruces como línea materna. Es además, la mejor considerada, entre las razas mejoradas, en cuanto a resistencia. La Large White es, con frecuencia, la mejor raza en cuanto a valores de prolificidad, cualidades maternas como capacidad lechera y productividad. Aunque parece ser que da una edad de pubertad de su descendencia más tardía (Buxadè, 1995).

b) **Large-Black:** Originario de Inglaterra. Dócil, buen pastoreo, robusto y resistente, buena madre (7-10 lechones/parto), gran precocidad y rusticidad, calidad de la canal mediocre (Brent, 1994).

c) **Landrace:** Raza de origen europeo. Presentan una coloración blanca con orejas del mismo color, dirigidas en su tonalidad hacia adelante. Son los más largos de todas las razas. Muy prolíferos con promedio de 12 lechones por camada con muy buen peso al nacer. Raza muy versátil, ya que se utiliza como línea pura, materna o paterna. Sus

índices productivos son muy parecidos a la Large White, aunque tiene un mayor rendimiento de la canal y también una mayor longitud de la misma, presenta unos valores algo inferiores en los parámetros reproductivos. Esta raza está reconocida como de tipo magro, ya que presenta unos bajos valores de engrosamiento. Es, probablemente, junto con Large White la raza más utilizada (Benitez y Sánchez, 2001).

d) **Hampshire:** Son color negro con una franja blanca que rodea al cuerpo y abarcandomiembros anteriores. Presentan oreja tipo asiático. Son animales rústicos pero menos resistentes al calor. Muy prolíferos y con buena aptitud lechera y materna. Raza de aptitud cárnica, como la Blanco Belga o Pietrain, es una raza de procedencia americana. Posee malas aptitudes productivas y buenos parámetros de calidad, pero sin llegar a los de la Blanco Belga o Pietrain. Se utiliza generalmente como machos finalizadores de carne en cruzamientos, ya sean simples o a tres vías. Es esta raza la que normalmente se introduce en los cruzamientos para mejorar la calidad de la canal (Carbonell, 1967).

e) **Duroc Jersey:** Raza rústica y adaptable, proveniente principalmente de EEUU. Son de color rojo variando del rojo amarillento al rojo oscuro. Sus orejas son de tamaño mediano levemente erectas en su base con una inclinación adelante. Las hembras son muy buenas madres con una producción de 8 por camada. Raza de origen americano, que se ha hecho un hueco debido a sus buenas cualidades tanto de crecimiento como de calidad de la carne, ya que es muy magra. En los parámetros reproductivos se puede equiparar a la Large White y Landrace, aunque es un poco inferior. Se emplea habitualmente como línea paterna, tanto en cruzamientos a dos como a tres vías. Es bastante menos utilizado como línea materna, ya que aunque se le atribuye una mayor "resistencia" no supe con ello las menores características maternas en comparación con Large White o Landrace. (Delgado et al., 2004).

f) **Pietrain:** Es una raza de origen belga que se distingue por la amplitud y redondez de sus masas musculares que la convierten en el ideal del tipo carnívor. Su rendimiento en carne es extraordinario y la proporción de grasa en la canal es mínima. Desgraciadamente, sus cualidades de explotación no son tan buenas, ya que su proliferación es inferior a la de las otras razas, su manejo más difícil y la calidad de la carne es peor. El desarrollo extraordinario de su musculatura no ha sido seguido al mismo ritmo por su esqueleto y por su aparato circulatorio, lo que puede provocar accidentes

sanitarios. El cerdo Pietrain se conoce por su color blanco con grandes manchas negruzcas y por su conformación ampulosa y redondeada (Eusse, J., 2000).

g) **Blanco Belga:** De características productivas muy parecidas al Pietrain, esta raza se utiliza para mejorar la calidad de la carne en cruces simples o a tres vías. Y, casi siempre, como es lógico, se utilizan los machos, y rara vez las hembras. De aptitudes maternas mediocres, aunque un poco mejor que la raza Pietrain y Hampshire, esta raza presenta una velocidad de crecimiento baja, y comparable a la de la raza Hampshire. Calidad de la canal muy buena, solo superada por la raza Pietrain.

Se parece a la raza Landrace en aspectos físicos, aunque la cabeza cambia algo (en las orejas) y también en su conformación (la espalda y el jamón). La cabeza tiene una frente ancha, es ligera, y tiene las orejas algo caídas. Su cuerpo es algo largo, con la espalda musculosa y bien unida al cuerpo. Su dorso es bastante grande y algo redondeado. La parte posterior es bastante musculosa. La grupa la tiene algo caída, con jamones llenos y algo descendidos. Sus extremidades son sólidas y con uñas cortas (Foxd, G., 1998).

h) **Cerdo Criollo:** El cerdo Criollo pertenece a una población muy heterogénea, que de manera natural ha sobrevivido a distintas condiciones ecológicas, incluyendo factores infecciosos y limitaciones nutricionales, lo que permite considerarlo un reservorio de la variabilidad genética que puede enriquecer y refrescar, en un futuro, el germoplasma comercial del cerdo. Además, estos animales constituyen fuente de alimento y de ingresos en aquellos productores de pequeñas explotaciones de subsistencia y de traspatio. Estas características contribuyen al mantenimiento de una agricultura sostenible con bajos insumos. El cerdo criollo posee orejas semi-erectas, capa negra, pelo largo, pezuñas normales y no pigmentadas, características que tienen una alta frecuencia en el cerdo Ibérico, lo que permite inferir acerca del ancestro del cerdo Criollo (Brent, 1991).

### 3.4. Alimentación

El cerdo se caracteriza por ser un animal omnívoro, a pesar de tener un sistema digestivo simple y limitada capacidad para la utilización de forraje fibroso, consume eficientemente granos y sub productos, tortas de oleaginosas, raíces y tubérculos.

Inclusive están en condiciones de aprovechar una serie de nutrientes de productos poco útiles para otras especies domesticas como: desechos de plantas de beneficio de

animales, suero de quesería, desecho de incubadora de ave y en general de cualquier desecho de naturaleza biológica, convirtiendo a este animal en un eficiente transformador de insumos alimenticios de escaso valor económico en productos de gran valor alimenticio y económico para el hombre.

Para el logro de un rendimiento óptimo, se debe de administrar una dieta balanceada, de acuerdo a la edad del animal y su estado fisiológico, proveyéndole de los nutrientes que permitan obtener el peso adecuado para ofrecer el producto al mercado (Owen,2001).

### **3.5. Procesos post-mortem**

Los cambios y procesos que se inician luego del sacrificio de animales tienen un mayor impacto sobre el tipo de carne bovina, en tipos de carne como la porcina, la de pollo y la de pez no sufren cambios radicales y siguen las mismas tendencias aunque puedan diferir en algunos valores (Tabla 4).

Las características que se quieren comparar están representadas en: pH, velocidad de glicólisis, tiempo rigor mortis y maduración del tipo de carne (Sánchez, 1999).

En la fase post-mortem, el ácido láctico permanece en el músculo y se almacena allí, hasta que se agoten las existencias de glicógeno muscular o hasta que alcance un pH capaz de inactivar las enzimas glucolíticas, en los mamíferos y en el cerdo se han observado valores de 5.4 a 5.6.

La velocidad de glicolisis post-mortem como su extensión depende de factores intrínsecos tales como el tipo de músculo y de factores extrínsecos como la temperatura ambiente.

La velocidad de glicólisis post-mortem es mayor entre más alta sea la temperatura. El interés de la velocidad de glicólisis y el descenso de pH, se centra en el aspecto de la carne magra y su capacidad de retener agua, tanto en bovinos como en porcinos (Diaz, 1999).

**Tabla 4.** *Diferencias de características post-mortem en cuatro tipos de carne.*

<b>Rigor Mortis</b>				
<b>Tipo de Carne</b>	<b>pH Final</b>	<b>Inicio</b>	<b>Final</b>	<b>Velocidad de Glicolisis</b>
<b>Bovino</b>	5.4	3 horas	24 horas	Maduración necesaria
<b>Porcino</b>	5.6	15 min.	8 horas	Glicolisis rápido, no necesita maduración
<b>Pollo</b>	6.2	5 min.	8 horas	Glicolisis rápido, no necesita maduración
<b>Pez</b>	6.6	min.	Min.	Glicolisis muy rápido, no necesita maduración

Fuente: Sánchez, 1999.

La combinación de un rápido descenso del pH con elevada temperatura de canal eleva la desnaturalización de proteínas miofibrilares, lo que conduce a una disminución de la capacidad de retención de agua, con lo que se puede presentar carne PSE.

El tiempo de rigor mortis en porcinos es más bajo que el bovino, posiblemente porque la formación de puentes transversales no es tan fuerte y la fragmentación de las líneas Z se da en un tiempo no mayor a 8 horas, luego de haber iniciado el complejo actino~miosina a los 15 minutos.

En este tipo de carne la fase de maduración es innecesario por que poseen menos tejido conectivo, a su vez menos colágeno rodeando las fibras, además la a edad de sacrificio no se han producido cambios realmente estructurales en el tejido conectivo, de tal manera que este tipo de carne es palatable luego de haber terminado la fase de rigor (Lawrie, 1998).

### **3.6. Comercialización**

Uno de los eslabones de la cadena productiva del cerdo más importante y significativo es la comercialización. Pero para el productor este aspecto ha incidido notablemente para que su negocio no haya sido del todo atractivo, al no poseer los elementos necesarios para colocar su producto en el mercado. Actualmente la comercialización del cerdo se basa en ventas de animales en pié o en canal, condición ésta que se hace demasiado peligrosa, una vez que el valor que se puede agregar o es

mínimo o no existe, igualmente los riesgos que se corren son altos por la infinidad de factores que pueden determinar el éxito de la operación.

El mercado de la carne de cerdo está demandando un producto exigido por el consumidor que reúna una serie de características o combinación de factores, como son: comestible, nutritivo y saludable. Ante las mayores exigencias expresadas por el mercado, actualmente la producción de carne de cerdo deben abarcar todos los puntos que constituyen la cadena de la carne, es decir, desde la producción en la granja (con todos sus aspectos: sanidad, bioseguridad, manejo, genética, alimentación, etc.) hasta el consumo; pasando por el transporte, procesamiento y conservación.

La logística de exportación para la carne de cerdo es el sistema que integra las funciones de producción, comercialización, plantas de sacrificio y beneficio del cerdo y distribución física del producto con el flujo de información requerido en cada operación, permitiendo hacer un seguimiento preciso en todas las etapas y garantizar la entrega del producto en condiciones de calidad óptima, a buen precio y a tiempo.

A su vez podemos destacar que la comercialización del cerdo según su nivel de tecnificación y del grado de impacto económico que el agente productor u oferente posea en el mercado, podrá comercializar su producto en cuatro importantes sectores que serían, cerdos en pie- lechones y/o gordos, carne en canal, carne despostada que se deriva de la anterior pero esta es en forma de cortes, y el mercado de vísceras.

Sin embargo hay que resaltar que mercado y la industria porcina debido por un lado a la geografía y por otra a la cultura, posee una integración comercial baja, más bien se puede denominar local o regional, lo que conlleva a que la integración económica nacional sea difícil y las condiciones de comercialización también.

Como también la diferenciación de productos, en el desarrollo industrial y la mayor participación en los canales modernos de distribución que son factores importantes, está diseñada en la forma como se estructura el eslabón de producción, el cual presenta dos sistemas básicos: tradicional y tecnificado, incluyendo en este último el semitecnificado. La carne es un producto altamente perecedero el cual se debe comercializar con rapidez. Sin embargo, la carne de cerdo se puede almacenar en condiciones adecuadas para conservar su calidad y apariencia externa durante la comercialización (Owen, 2001).

La carne de cerdo debe estar lo más libre posible de bacterias, magulladuras y otros deterioros. Esto no solo quita el atractivo de la apariencia de los productos sino generalmente constituyen la principal vía de entrada para los organismos de putrefacción.

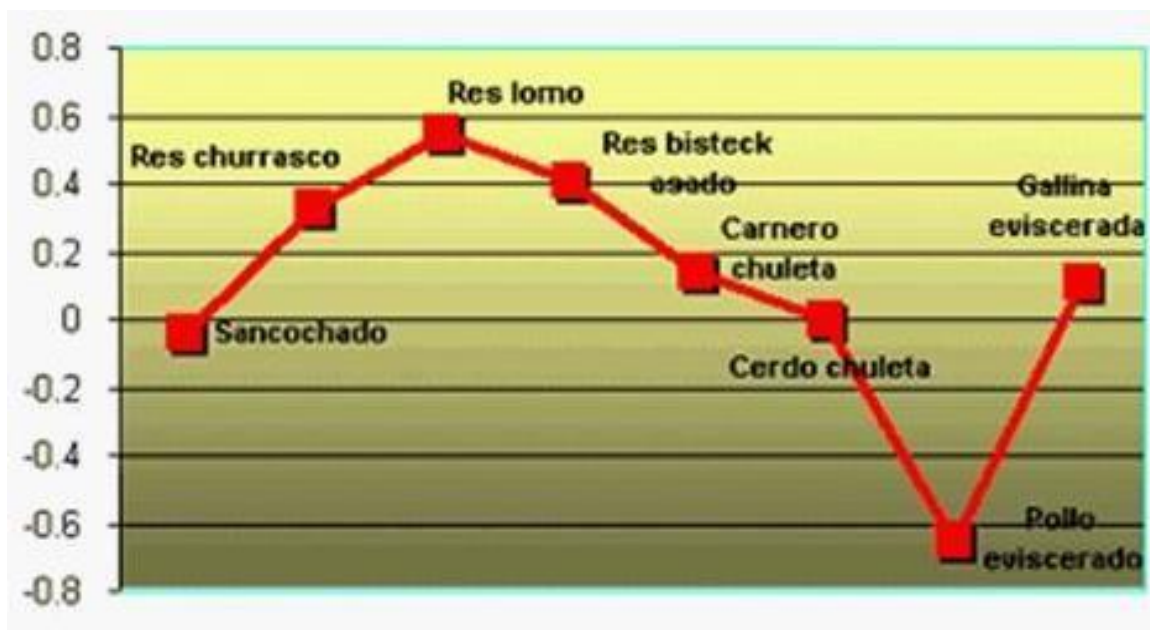


El almacenamiento en refrigeración es el más recomendado para la carne de cerdo, porque retrasa el envejecimiento debido a la maduración, los cambios de textura y color, y el marchitamiento, y el daño causado por la invasión de bacterias. Para obtener mayores resultados en el almacenamiento frío, es muy importante que la temperatura en las cámaras de almacenamiento se mantenga constante.

El mercado es abastecido por la producción de animales en crianza intensiva y extensiva. Se estima que el 42% de la carne ofertada a nivel nacional corresponde a producción comercial y la diferencia a crianza extensiva.

El abastecimiento de carne de porcino muestra una tendencia creciente, habiéndose ofertado 94 , 95 toneladas para el 2001, lo cual se explica por los precios competitivos a los que se está ofertando el producto, tal como se aprecia en el siguiente cuadro, donde se compara los precios relativos de la carne de cerdo con respecto a las otras carnes, en función a los precios promedio del período 1995 - 2001.

Donde se puede observar que la carne de porcino, se ubica por debajo de los precios de la carne de res (lomo, churrasco), carnero (chuleta) y la gallina eviscerada (MINAG, 2001).



**Figura1.** Precios Relativos de Carne Porcina Vs Otras Carnes

Fuente:MINAG, 2001.

## IV. CALIDAD DE LA CARNE DE CERDO

### 4.1. Características de la calidad de la carne de cerdo

La industria porcina tiene presente que tanto la calidad de la canal como la calidad de la carne son dos factores que se deben tener en cuenta en el control de calidad. La calidad de la carne se puede definir de varias maneras, siendo una definición representativa la siguiente: “La calidad de la carne consiste en la combinación de características que son indicativas de su valor comercial y del grado de aceptabilidad del consumidor”. Esta definición incluye criterios o características cuantitativo y el criterio cualitativo (Sánchez, 1999).

El criterio cuantitativo se refiere a las características medibles relacionadas con el valor de las canales y la carne y el cualitativo se relaciona con la aceptabilidad de la carne por el consumidor, y que derivan de la palatabilidad de la carne (Ramírez, 2003).

Entre los distintos aspectos que determinan la calidad de la carne: sensorial, nutritiva, funcional, higiénica etc. Consideran que el aspecto más importante de la calidad de la carne es la “calidad comestible o calidad para el consumo” (“eating quality”), definida habitualmente como la puntuación dada por una panel de catadores en los aspectos terneza, jugosidad y sabor. Para valorar la calidad de la carne de forma directa existen diversos parámetros como los caracteres organolépticos: color, olor, flavor, terneza, capacidad de retención de agua y cantidad y composición de la grasa, que no son fáciles de determinar en la cadena productiva (Hoving- Bolink et al., 1998, Joo et al., 2002).

La calidad de la carne de cerdo está influenciada por un gran número de factores de tipo genético y no genético. Estos se pueden clasificar en:

- Factores ante mortem: dentro de ellos tenemos al estado fisiológico del animal, predisposición genética, alimentación, alojamiento y transporte.
- Factores en matadero: corrales, manejo de los animales, tipo de Aturdimiento y desangrado.
- Factores postmortem: dentro de ellos tenemos al estado fisiológico del animal, predisposición genética, alimentación, alojamiento y transporte.
- Factores post mortem: temperatura de la canal, efectividad del enfriamiento, condiciones higiénicas.

Uno de los factores ante mortem con mayor influencia en la calidad de la carne de cerdo es la genética. Los programas de selección genética de las razas cárnicas mejoradas en las últimas décadas han estado orientados hacia rápidos crecimientos de las canales, buena conformación de las canales, alta proporción muscular y bajo contenido en grasa. Se han conseguido buenos resultados en los parámetros mencionados pero muchas veces se ha empeorado colateralmente la calidad de la carne. Este empeoramiento se ha achacado a una mayor presencia de fibras blancas en el músculo que trae asociado un color más pálido, un menor pH, una menor capacidad de retención de agua y, desde un punto de vista fisiológico una peor capacidad de las células musculares a adaptarse a situaciones de estrés (De Vries et al., 1999).

Las revisiones bibliográficas describen detalladamente cómo afecta el tipo de fibra a la calidad de la carne de cerdo. En estos trabajos se sugiere modificar los esquemas de selección manteniendo los buenos parámetros productivos pero consiguiendo carne de mejor calidad y células musculares de menor tamaño, con mayor número de fibras de contracción lenta y mejor adaptadas al estrés. En este sentido, una de las estrategias es la inclusión en los programas de mejora genética animales procedentes de razas que aportan mayor calidad a la carne como la Duroc, Hampshire y Berkshire. También se está planteando la inclusión de razas rústicas autóctonas de distintos lugares no consideradas anteriormente.

En los estudios sobre el mapa genético de la especie porcina y la influencia de determinados genes sobre la calidad de la carne, se han descrito como genes especialmente implicados en la calidad: el “gen halotano”, responsable del síndrome de estrés porcino y el “gen rendimiento Napole” (Gen RN-), responsable de la carne ácida. Ambos generan carnes con una calidad disminuida. El primero es responsable en gran parte de la carne pálida, blanda (deformable) y exudativa (PSE), mientras que el segundo es responsable de carne con bajo pH y por lo tanto con baja capacidad de retención de agua. Otros genes principales o genes específicos/únicos cuya implicación en la calidad de la carne se está considerando son el gen HIMF responsable de la presencia de niveles elevados de grasa muscular” o también genes relacionados con el olor sexual (gen de la androstenona) etc. (De Vries et al., 2000).

Sin embargo, la mayoría de los atributos de calidad vienen determinados por factores en los que intervienen varios genes. En cualquier caso, la información a nivel del ADN puede ayudar a productores, y criadores de cerdo a seleccionar los animales. Otro de los

grandes grupos de factores que afectan la calidad de la carne de cerdo (especialmente a la cantidad y calidad de grasa) es la nutrición y sistema de explotación. Se están desarrollando distintas estrategias de alimentación que contribuyan no solo a un rápido crecimiento, sino a la mejora de la calidad de la carne de cerdo: aumento de la estabilidad a la oxidación, disminución de la pérdida de líquidos durante el almacenamiento, cantidad de grasa en el músculo y calidad nutritiva de la grasa. Estas estrategias incluyen el uso de suplementos de aminoácidos, minerales (Cr, Mg o Cu), vitamina E, ácido linoleico conjugado, inhibidores enzimáticos glicolíticos, etc. (Esnaola, 2001).

Interrelacionados con la genética, alimentación y sistema de explotación, otra gran parte de los caracteres de calidad de la carne de cerdo son función del manejo de los animales previo al sacrificio y su influencia sobre el pH post mortem, así como los factores post mortem de faenado y tratamiento de la carne (Rosenvold y Andersen, 2003).

Los principales mecanismos que actúan sobre la calidad de la carne en estas fases están relacionados con la velocidad y la magnitud del descenso del pH después del sacrificio. Además de la cinética de acidificación de la carne, el estado higiénico y la contaminación química son otros factores de calidad indirectos o indicadores de calidad (Gomez, 2004).

A continuación se hablará de las principales características que definen la calidad de la carne de cerdo.

**A. pH de la carne:** El pH de la carne tiene gran importancia ya que influye sobre las características de color, terneza, sabor, capacidad de retención de agua y conservación, afectando por lo tanto a las propiedades organolépticas de la carne, calidad higiénica y su aptitud tecnológica para la elaboración de productos cárnicos. Tras la muerte del animal cesa el aporte sanguíneo de oxígeno y de nutrientes al músculo, que para mantener su metabolismo post mortem debe utilizar sus reservas de energía, sintetizando ATP con el fin de mantener activos los mecanismos enzimáticos. La demanda de ATP es mayor que lo generado y conforme se reducen los niveles de ATP se genera simultáneamente fosfato inorgánico, que a su vez estimula la degradación de glucógeno a ácido láctico mediante la glucólisis anaerobia. La formación de ácido láctico y de otros ácidos orgánicos va a provocar un descenso del pH muscular que continúa hasta que se agotan las reservas de glucógeno o hasta que se inactivan las enzimas que rigen el metabolismo muscular (Lawrie, 1998).

En bastantes casos la degradación del glucógeno cesa antes que las reservas se agoten, esto debido a que el propio descenso en el pH muscular llega a inactivar las enzimas glucolíticas, conservando el músculo hasta un 20% de la cantidad inicial. El descenso del pH acerca a las proteínas de la carne a su punto isoeléctrico (5.1-5.2) disminuyendo su capacidad de retención de agua, también produce un efecto de desnaturalización más intenso cuanto menor es el pH y mayor es la temperatura de la carne. Además, la baja disponibilidad de ATP impide que se mantenga la integridad estructural de las membranas y proteínas, lo que provoca fenómenos adicionales de desnaturalización. La desnaturalización proteica es responsable de una reducción en la cantidad de agua retenida, afectando el color, la textura y el grado de exudación de la carne (Preston, 2005).

El pH muscular en los animales vivos se sitúa en 7.08 y 7.30. En condiciones normales, el pH en la carne de cerdo suele descender hasta valores de 5.6-5.8 a las 24 h posteriores al sacrificio. Existen parámetros como el sexo, la edad y el peso al sacrificio que no tienen efecto sobre el pH final de la carne, mientras que la raza, el sistema de aturdimiento y el tiempo de maduración de la carne si parecen influir en los valores finales del pH. No obstante, algunos autores indican diferencias según el sexo en los valores y evolución del pH debido a un distinto potencial glicolítico, aunque este efecto se mantiene en controversia (Rosenvoldy Andersen, 2003).

Existen numerosos estudios realizados sobre razas autóctonas y sobre razas comerciales, de manera independiente o comparándolas, encontrándose habitualmente unos valores de pH superiores en las primeras. Un caso particular es la raza Duroc, que a pesar de ser una raza altamente seleccionada, mantiene elevadas características de rusticidad, y ofrece valores de pH típicamente asociados a las razas tradicionales. Este hecho se explica por la mayor cantidad de fibras blancas en las razas mejoradas y la mayor susceptibilidad a los aletrés. El descenso del pH dependerá del tipo de músculo y de la actividad a la que este es sometido antes del sacrificio. En condiciones normales, los músculos de contracción rápida alcanzan valores de 5.5, mientras que en los de contracción lenta el pH se acerca más a 6,0 (Ordoñez et al, 1998).

Así mismo los músculos que desarrollan más actividad antes del sacrificio son los que presentan un pH postmortem más elevado. La duración del ayuno previo al sacrificio también es determinante en la evolución y valor final del pH. Cuando se obtienen valores de pH por encima de los normales se podría deducir que el glucógeno muscular estaría en

cantidades inferiores a las normales, aunque algunos músculos pueden contener hasta 1% de glucógeno residual y presentar un pH final por encima de 6. La depleción del glucógeno dependerá de todos aquellos factores que causan estrés crónico físico y fisiológico de los animales. En este caso se presenta un defecto en la carne asociado al rigor mortis conocido como carne DFD (carne dura, firme y oscura).(Sanz et al., 1996).

La velocidad de la glucógenolisis en porcino es más rápida que en otras especies como el bovino, debido a que la implicación del sistema simpático-médulo-adrenal durante el transporte y manejo es mucho mayor. El descenso de pH en el cerdo es más rápido cuando el animal sufre un estrés agudo en el momento del sacrificio, ya que su temperatura corporal es mayor y la velocidad de la glucólisis se ve aumentada con la temperatura, al igual que cuando la temperatura de la carne durante oreo es más elevada debido a una baja velocidad de refrigeración. (Lawrie, 1998).

En animales que sufren estrés agudo en el momento del sacrificio, como se indicó anteriormente, la temperatura post mortem de la carne es elevada y se acelera la glucólisis, provocando un rápido descenso del pH mientras la canal está aún caliente lo que resulta en una gran desnaturalización de las proteínas miofibrilares. Además, el valor de pH suele ser más bajo de lo normal, así, conforme disminuye el pH, se va aproximando al punto isoeléctrico de las proteínas miofibrilares (5.1), las repulsiones electrostáticas entre proteínas disminuyen y la cantidad de agua situada entre las mismas es cada vez menor. En definitiva, se obtiene una carne pálida, blanda (deformable) y exudativa (PSE), (Ramírez, 2003).

**B. Color de la carne:** El color es el principal atributo que valora el consumidor a la hora de comprar carne fresca y determinados productos cárnicos, siendo uno de los factores que determina el valor del producto en el momento de su comercialización y por lo tanto uno de los parámetros que se utilizan para medir la calidad de la carne. El consumidor relaciona el color de la carne con la calidad sensorial y microbiana (carne sana y comestible) de la carne indican una serie de factores que afectan al color, tales como: genética, alimentación, conservación de la carne, etc. Existen tres fuentes de la variación del color en el músculo:

- ❖ El contenido en pigmentos (mioglobina), que es el factor intrínseco más importante, y está relacionado con la especie, la edad del animal, la raza, el sexo y el tipo de alimentación.

- ❖ Las condiciones del periodo pre y post sacrificio (estrés, temperatura y humedad de la cámara, etc.) que afectan al color al variar la velocidad e intensidad de caída del pH, con las correspondientes repercusiones sobre la desnaturalización y los cambios de estructura proteicos, así como el grado de acortamiento del sarcómero.
- ❖ El tiempo de almacenamiento y las condiciones de comercialización que afectaran los procesos de oxigenación y oxidación afectando el color.
- ❖ La mioglobina es el pigmento que se encuentra en mayor cantidad en la carne aunque también está el pigmento hemático. La mioglobina es la responsable del color rojo de la carne fresca y actúa como depósito o transportador de oxígeno en el músculo vivo. El oxígeno que llega al músculo con la hemoglobina se difunde desde los capilares a la fibra muscular, donde se une a la mioglobina para su posterior uso en el metabolismo aerobio, actuando de esta manera como almacén de oxígeno. La cantidad de mioglobina presente en el músculo depende del tipo de fibra muscular (Poto, 2003).

Otros pigmentos de la carne son los citocromos, las flavinas y la vitamina B12, pero sus concentraciones son muy bajas y no intervienen directamente en el color de la carne. La carne de cerdo comercial de 90-100 kg de peso vivo se caracteriza por tener un contenido en mioglobina en torno a 2 mg/100 g, que es inferior a la de la carne de rumiantes. En el músculo, el hierro se encuentra en la mioglobina en forma de ión ferroso, y así se encuentra en la superficie de la carne fresca. En la superficie expuesta al oxígeno, el grupo hemo tiene asociado una molécula de oxígeno, formando entonces la oximioglobina, de color rojo brillante, que es el que se observa, y produce el color deseado. En el interior, la mioglobina no tiene oxígeno unido, estando entonces en forma de desoximioglobina, que tiene un color púrpura más oscuro que el de la oximioglobina. Estas dos formas son interconvertibles, dependiendo de la presión parcial de oxígeno de la superficie de contacto (Hurtado, 2004).

A bajas presiones de oxígeno (pero no nulas), el ión ferroso, inestable, pasa a férrico, oxidándose con gran rapidez. La mioglobina con el hierro en forma férrica recibe el nombre de metamioglobina o ferrimioglobina, es de color marrón poco atractivo, propio de la carne almacenada demasiado tiempo. Esta metamioglobina puede ser convertida a desoximioglobina siempre que la carne tenga capacidad reductora. La vitamina E, cuya concentración en la carne depende claramente de la dieta, es un potente antioxidante, que retarda los procesos de oxidación y aumenta la vida útil de la carne, contribuyendo al mantenimiento de su color deseable (Álvarez, 2005).

El método más usado para determinar el contenido de pigmentos en el músculo es el de los diferentes estados químicos del pigmento tienen las curvas de reflectancia y de absorción diferente. A 525 nm existe un punto isobéptico donde la absorción de la luz es idéntica para los tres tipos de pigmentos y en ello se basa la evaluación de los pigmentos totales. La percepción del color de un producto es la respuesta del sistema visual de un observador real al estímulo producido por la energía radiante que procede de la capacidad de reflexión por la materia de las diferentes radiaciones luminosas del espectro visible. La comisión internacional del color CIE define el color percibido como el atributo visual que se compone de una combinación cualquiera de contenidos cromáticos y acromáticos. Este color no depende sólo del color físico del estímulo sino también de su tamaño, forma, estructura y estímulos que le rodean, aparte del estado del sistema visual del observador y de su experiencia en situaciones de observación semejante o relacionada (Smith, 1999).

**Los atributos son:**

- La claridad, según la CIE es la luminosidad del estímulo juzgada en relación a la luminosidad de otro estímulo que aparece como blanco o transparente. Se halla correlacionada con el estado físico de la carne, la cinética en la instalación del rigor mortis, al pH final del músculo y sus correspondientes efectos sobre la estructura de las fibras musculares.
- El tono, Para la CIE, sería el atributo de la sensación visual según el cual el estímulo aparece similar a uno de los colores percibidos como rojo, amarillo, verde o azul, o a ciertas proporciones de dos de ellos. Al calcularlo si el valor es negativo se le suma 180 grados. En el caso del color del músculo, el estado químico del pigmento influido por la oxidación de la mioglobina, determinará el tono del color. Esta correlacionado con los factores post-mortem.
- El croma, es el atributo que permite valorar el color de un área que aparece más o menos coloreada, dando la sensación de colores vivos y apagados. Para la CIE, el croma es el colorido del estímulo juzgado en proporción a la luminosidad de otro estímulo que aparece como blanco. Se le relaciona con los valores ante mortem. La cantidad de pigmento en el músculo determinara la saturación del color. En la grasa será depósito de pigmentos procedentes de la alimentación como xantofilas, carotenos, etc (Gisper, 1999).



**C. Capacidad de retención de agua:** La textura es una palabra simple que engloba un concepto muy complejo. Hay muchas definiciones de textura. La definió como “la manifestación sensorial de la estructura del alimento y el comportamiento de dicha estructura del alimento frente a la aplicación de fuerzas externas”. Las propiedades de textura son las características de calidad de la carne más apreciadas por el consumidor y se caracterizan por ser difíciles de definir, ya que, al igual que el color, una misma muestra puede tener diferente significado para cada persona. La capacidad de retención de agua (CRA) y la dureza son los dos aspectos de la textura de la carne a los que más importancia se ha atribuido. La Capacidad de Retención de Agua (CRA) se define como la propiedad o aptitud de la carne para mantener su agua durante la manipulación e incorporar y retener agua añadida durante el procesado. Es un parámetro físico-químico importante por su contribución a la calidad de la carne fresca y la de sus productos derivados. La CRA está relacionada con la textura y color de la carne cruda y jugosidad y firmeza de la carne cocinada. La carne cruda de los mamíferos inmediatamente tras el sacrificio contiene, por término medio, un 75% de agua (Lawrie, 1991).

Tras el sacrificio, parte de esta agua se pierde con la manipulación de la carne, por evaporación durante el enfriamiento de las canales, por goteo como consecuencia de la sección de los tejidos (hasta 6%, el cual puede doblarse tras la descongelación), por pérdida de jugo durante el tratamiento térmico (las mayores pérdidas de agua se producen como consecuencia del cocinado de la carne), pudiendo superar el 40%. Considerando la forma en que el agua está presente en el músculo y los distintos mecanismos que la retienen en él, propone cuatro maneras para medir la capacidad de retención de agua en la carne, que han sido estandarizadas (Honikel, 1998).

- Pérdidas por goteo (driploss) determinada por la formación de exudados sobre la carne, sin aplicación de fuerzas externas.
- Pérdidas por descongelación (thawingloss), que originan un exudado sobre la carne tras su congelación y descongelación, sin aplicación de fuerzas externas.
- Pérdidas por cocinado (cookingloss) fluidos liberados tras el calentamiento de la carne sin aplicación de fuerzas externas tales como la centrifugación o la presión.
- Jugo exprimible (expressiblejuice) de la carne no calentada (incluso de la descongelada), mediante la aplicación de fuerzas externas originadas por métodos de compresión, centrifugación o succión.

La liberación de jugo (post-mortem) que tiene lugar en la carne desde la fibra muscular al espacio intercelular y de ahí al exterior de la carne parece ser dependiente, por una parte, del estado de contracción de las proteínas contráctiles (sarcómeros contraídos, fibrillas o fibras) que tiene lugar en la instauración del rigor es debida a la reducción del espacio entre miofibrillas y miofilamentos y, quizá también, a cambios en la membrana celular (fenómenos osmóticos y cambios en la permeabilidad). En definitiva el rigor(contracción) actuaría exprimiendo el músculo, que soltaría el agua por goteo a través de las superficies de corte. Además, tal y como se mencionó anteriormente, la liberación de jugo depende del pH de la carne y del grado de desnaturalización proteica debido a los cambios de pH. Establecieron una serie de factores que determinan la CRA de la carne fresca, dentro de ellos tenemos: grado de corte de la musculatura, tamaño del trozo de carne, método de sujeción/suspensión, tiempo tras el sacrificio, pH final de la carne, tasa de glucólisis post mortem y condición PSE, temperatura post mortem previa al rigor mortis, acortamiento muscular, fuerzas en el empaquetado o embalado, temperatura de almacenamiento, congelación y descongelación, especies y corte. Por su parte, las pérdidas por cocción se deben a la rotura de la membrana celular mediada por el tratamiento térmico, y además a las modificaciones de las proteínas en relación con el cambio en la estructura tridimensional ocasionada por el calentamiento (Hayes, 1993).

Durante el calentamiento de la carne, al llegar a los 50 °C aproximadamente comienza a experimentar una desnaturalización proteica que resulta en una destrucción de membranas celulares, encogimiento longitudinal y transversal de las fibras, agregación de proteínas sarcoplásmicas y encogimiento del tejido conjuntivo. Todos estos fenómenos, originan una disminución de la CRA en la carne cuando se somete a calor. Indicaron que los animales que han sido criados en un sistema de producción extensivo generan menores pérdidas por cocinado. Las razas tradicionales pierden menos agua durante su almacenamiento, lo que coincide además con los resultados de quienes compararon cerdos Cinta Senese y criollos con cerdos de la raza Large White, obteniendo las razas autóctonas una mejor CRA (Rosenvold y Andersen ,2003).

D. **Dureza:** La mayoría de consumidores consideran a la dureza como el factor más importante que determina la calidad de la carne. Tal es así que cuando se habla de carne, frecuentemente se utilizan indistintamente términos textura y dureza, los que no son sinónimos. La textura es una propiedad sensorial, mientras la dureza es un atributo de textura. La dureza de la carne está determinada directamente por las propiedades de las

estructuras proteicas contráctiles, del citoesqueleto y conjuntivas, las cuales son muy variables dependiendo de la genética, edad, nutrición y factores de manejo pre y post mortem. Además, todos los factores que influyen en la cantidad de grasa intramuscular afectan a su vez a la terneza o resistencia al corte de la carne de cerdo y de otras especies animales. Indicaron que los lípidos neutros situados en los adipocitos que están ubicados en el perimisio podrían tener un efecto físico al separar los haces de fibras musculares, resultando en un efecto de ablandamiento de la carne al “abrir” la estructura del músculo. Finalmente, se ha de tener en cuenta que el método de cocción o calentamiento de la carne afecta a la dureza(Hui, 2006).

En relación al sistema de explotación, se ha encontrado que los cerdos criados extensivamente (al aire libre) tienen una carne más dura, especialmente cuando el contenido en grasa intramuscular se compara al de los cerdos criados en un sistema intensivo. La textura de la carne puede ser evaluada por diferentes métodos subjetivos (pruebas de consumidores y/o paneles de catadores) y objetivos (mecánicos, estructurales, químicos y otros). Para evaluar la terneza muchos autores utilizan el método Warner-Bratzler. Este método mide la fuerza necesaria para cortar un cilindro de carne de 1 cm de diámetro con una cuchilla de borde romo. Cuanto mayor es la fuerza, más dura es la carne (Szczesniak, 1995).

Muchos factores influyen en la medición, como la temperatura de cocinado, la uniformidad de la muestra a analizar, la dirección de las fibras musculares, la cantidad y distribución del tejido conjuntivo y materia grasa, la temperatura de la muestra, y la velocidad de la célula Warner-Bratzler. Los estudios indican que el ensayo de Warner-Bratzler puede proporcionar información sobre las propiedades de textura debida a los dos componentes estructurales de la carne, los miofibrilares y los del tejido conectivo (Swatland, 1991).

Se evalúan de dos formas al animal vivo y al animal sacrificado

#### **4.1.1. En el animal vivo**

La conformación es importante, cuando es evaluada externamente, si ella está relacionada con las características que potencialmente reflejan la calidad de la canal y con características de producción, tales como el tamaño de la camada y la velocidad de la ganancia de peso. El cerdo es uno de los animales domésticos de mayor plasticidad, en lo referente a la rapidez de los cambios que pueden experimentar, cuando es sometido a un programa de selección genética. Hasta el año 1920 los cerdos producidos eran

corpulentos, acumulables de grandes cantidades de grasa, ya que este producto se exportaba profusamente. Entre la primera y segunda guerra mundial, la demanda de manteca declino considerablemente, debido a la competencia iniciada por los aceites vegetales. El tipo de cerdo, entonces, se dirigió hacia un animal largo, magro y de exterior muy destacado, el cual fue perdiendo popularidad poco antes de la segunda guerra mundial (Gomez, 2004)

Durante e inmediatamente después de la segunda guerra mundial, la demanda de grasa animal creció de nuevo, dirigiéndose la crianza otra vez hacia el animal muy corpulento y productor de grasa. Desde los años siguientes a la segunda guerra mundial hasta el presente, la demanda de grasa se ha mantenido baja, de tal manera que la crianza del cerdo se ha orientado consistentemente hacia el cerdo tipo carne. Los cambios descritos en las cuatro etapas precedentes, han producido una declinación de la cantidad de grasa total por animal: de 15 Kg a finales de la década de los años 40 a 7 Kg a mediados de la década de los años 80, permaneciendo casi constante el peso al sacrificio bajo un régimen de alimentación ad libitum.

Esto indica que el cambio de mayor a menor cantidad de grasa, es debido mayormente a causas gen éticas, con algunos componentes constituidos por las variaciones habidas en el número de animales de las diferentes razas ya los cambios ocurridos dentro de ellas. Las relaciones del tipo del cerdo con las características de producción y de la canal, han sido demostradas experimentalmente, utilizando animales con diferencias de tipo extremas: las madres de tipo largo e intermedio promediaron un lechón más por camada que aquellas de tipo cortó.

Los tipos largo e intermedio crecieron también algo más rápidamente y produjeron a pesos determinados, canales más magras. Cuando se consideraron rangos más cercanos, en cuanto a los tipos de cerdo largo, intermedio y corto, como los encontrados en una población cualquiera, las relaciones entre la conformación o exterior del animal y las características de producción y de la canal, son menos aparentes. La apariencia exterior es un buen indicador de las características potenciales de la calidad de la canal, pero presenta muchas imperfecciones. Por ello se ha continuado investigando en la búsqueda de medios más seguros para calcular ese potencial en el animal vivo (Owen, 2001).

Un método para medir el espesor de la grasa dorsal en el animal en pie, utilizando una reglilla metálica llamada probé, graduada en decimas de pulgada. La reglilla es introducida a través de pequeñas incisiones hechas en la piel, hasta encontrar la

resistencia que opone el tejido muscular situado debajo de la grasa dorsal superficial, a 5 cm de la línea media, en los tres puntos siguientes: prolongación de la línea que sube a nivel del borde posterior del miembro anterior, la articulación de la última costilla y en la prolongación de la línea que sube desde la articulación femoro-tibio-rotuliana. La reglilla debe ser desinfectada antes y después de cada incisión. Las tres mediciones son sumadas y promediadas. La cantidad ajustada de grasa dorsal un peso corporal de 90.9 Kg puede ser obtenida usando las tres mediciones y el peso del cerdo en el momento de la prueba. Un segundo método para medir el espesor de la grasa dorsal al animal vivo, basado en la diferencia de electro conductividad que existe entre los tejidos adiposo y muscular: esta medición es realizada con un sencillo aparato llamado Eanmeter, en los mismos tres puntos señalados para el probé (Ordoñez, 1998).

La grasa es mala conductora de electricidad, mientras que el musculo es buen conductor. La medición se hace en decimas de pulgada. La suma promedio de las tres lecturas y el peso del animal en el momento de la prueba, pueden ser utilizados para calcular el grosor de la grasa dorsal, ajustado a un peso vivo de 90.9 Kg. Un tercer método, utiliza las reflexiones ultrasónicas para estimar el espesor de la grasa y del musculo. El electrodo de la maquina sonoro y es ubicado en la línea media 0 a 2 cm de ellas hacia uno u otro lado, a nivel de la última costilla, previa colocación de una sustancia aceitosa, observándose la lectura en la escala correspondiente. Este equipo puede ser usado también para estimar el área del ojo del musculo, a nivel de la última costilla (Mandava, 1999).

#### **4.1.2. En el animal sacrificado**

En nuestro país, donde la crianza de cerdos ha adquirido relevancia en los últimos años, el tipo de animal producido no está sometido a los estándares utilizados en naciones más desarrolladas (Owen, 2001).

#### **4.2. Composición química de la carne, composición proximal**

La composición química de la carne es importante desde el punto de vista de su calidad ya que afecta la calidad tecnológica, higiénica, sanitaria, sensorial y funcional. Además, en relación con la calidad nutricional, la carne tiene especial relevancia ya que es un componente de la alimentación humana que aporta un amplio rango de nutrientes como proteínas, grasas, minerales, vitaminas, etc., siendo una fuente importante de

proteínas, minerales como el Fe, P y Mn y vitaminas liposolubles. Un aspecto característico de la composición de la carne de cerdo es que contiene de 5 a 10 veces más tiamina que otras carnes (Forrestet al., 1979; Swatland, 1991).

El análisis más básico de la composición de la carne es la determinación de la composición proximal, es decir, del contenido de humedad, grasa, proteína y cenizas. Estos análisis revelan el valor nutritivo básico de un producto y cómo puede ser combinado con otras materias primas para alcanzar el nivel deseado de los distintos componentes principales de una dieta. Para estas determinaciones, con fines de caracterización, se suele utilizar el músculo L. dorsi. En general se puede decir que el músculo de los animales adultos contiene 70-78% de agua, 15 a 22% de proteínas, 1-13% de grasa, 1-% minerales y menos de 2% de hidratos de carbono. Existen factores que influyen sobre la composición química de la carne, como el genotipo, el estado fisiológico, la dieta, el sistema de manejo, el tipo de músculo, etc. En la Tabla 5. Se muestra la composición proximal media de la carne de distintas especies animales (Marcos, 1991).

**Tabla 5.** Composición proximal de la carne de distintas especies animales

<b>Especie</b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>Proteína (%)</b>	<b>Lípidos (%)</b>	<b>Cenizas (%)</b>
<b>Terneza</b>	71.4	21.2	25.0	1.08
<b>Cordero</b>	72.5	20.9	5.9	1.06
<b>Cerdo</b>	71.8	21.8	5.3	0.98
<b>Pollo</b>	75.5	21.4	3.1	0.96
<b>Pavo</b>	74.2	21.8	2.9	0.97
<b>Cabrito</b>	75.8	20.6	2.3	1.10
<b>Conejo</b>	72.8	20.1	5.6	0.72

Fuente: Marcos, 1991.

El Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA, 2004) ha realizado una publicación donde señala que el contenido de grasa para cerdo esta entre 9.4 y 7.8% para pierna y lomo, respectivamente, aunque estos valores varían con la raza y el tipo de corte en cada país. Los valores de las tablas de composición química de los diferentes tipos de

carne deben observarse cuidadosamente porque muy pocas especifican el tipo genético, músculo, grado de separación, recorte de grasa (Ramírez, 2004).

El agua, que es el componente mayoritario de la carne, influye sobre la calidad afectando la jugosidad, la blandura, el color y el sabor. Como la mayor parte de agua se encuentra atrapada entre las proteínas miofibrilares (70%), existe una relación casi constante entre el contenido de proteína miofibrilar de la carne y de su agua. El contenido en agua disminuye a medida que aumenta el contenido de grasa en el músculo. Así, en cerdos autóctonos con alto grado de engrasamiento muscular los contenidos en humedad son inferiores a las razas mejoradas con bajo grado de engrasamiento. (Sanchez, 1999).

En la carne, el agua se encuentra distribuida en tres formas diferentes: el agua ligada, el agua inmovilizada y el agua libre, la pérdida de esta última tiene lugar durante el enfriamiento de la canal y ocurre por evaporación o por goteo (CRA). La pérdida de agua en la carne toma importancia debido a que esta es vendida por peso y la cantidad de agua que se pierde durante su almacenamiento afecta el rendimiento. Así mismo, muchas de las propiedades físicas de la carne (color y textura en carne cruda) y de aceptación (jugosidad y ternura en carne cocinada) dependen de su capacidad para no perder esta agua (Warner et al., 1993).

Todos los cálculos de valor nutricional requieren del conocimiento del contenido de humedad, el cual varía enormemente para poder expresar los resultados sobre extracto seco y húmedo. El método comúnmente usado para la determinación de humedad en la carne es el de secado en un horno. Al someter la carne a altas temperaturas se pierde agua libre en medida proporcional a la temperatura aplicada (Preston, 2005).

La grasa es un atributo muy valorado para los primeros cazadores o pobladores del mundo. Además de aportar calorías, señalan que la grasa intramuscular da el sabor y el aroma característico y particular a la carne de cada especie además encuentran que la grasa intramuscular contribuye a la palatabilidad de la carne de cerdo (Sanchez, 1999).

El contenido en grasa intramuscular tal vez sea el parámetro de la composición proximal con mayor efecto sobre la calidad de la carne. Como se ha indicado anteriormente, la calidad sensorial de la carne de cerdo depende del contenido en grasa intramuscular (GIM), considerando que en general mejora dicha calidad y que una cantidad por debajo del 2% en el músculo podría ser responsable de rechazo en el consumidor. En la carne de cerdo el contenido de lípidos es muy variable. La cantidad de

GIM dependerá principalmente de la genética, del peso vivo, de la alimentación y sistema de explotación, mencionaròn la existencia de un gen, identificado en cerdos de la raza Meshian, relacionado con una mayor cantidad de GIM en la carne de razas cárnicas mejoradas cruzados con Meshian, los portadores de dos copias de ese gen tuvieron 3.9% de GIM en el músculo L. dorsi, mientras que el resto de animales tuvieron de media 1.8%, cada raza presenta un patrón característico en la deposición del tejido graso.

En general las razas más rústicas presentan mayor contenido de grasa intramuscular que las razas especializadas, aunque los resultados obtenidos con distintas razas han de ser considerados en el contexto del peso vivo del animal y de las condiciones de nutrición y manejo, analizaron los músculos Longissimusdorsiy Bíceps femorisde cerdos ibéricos. Sus resultados indican la habilidad de esta raza para la deposición de grasa infiltrada. Así mismo, las mediciones en el músculo Longissimusde un cerdo de Neijiang, en China, de 90 kg, dieron un contenido de 3.7 % de grasa y en el cerdo Rongchang, también de China se encontró 3.2 %.

El cerdo criollo en España, tiene 6.39% de grasa intramuscular en el músculo Longissimus, luego de evaluar 120 canales del cerdo blanco encontró que el contenido de grasa intramuscular en el músculo Longissimus, fue de 3.18%, mientras encontró niveles más bajos en el mismo músculo, 2.33% para la raza Landrace. Sin embargo, encontraron casi un 5% de grasa intramuscular en el músculo Longissimusen una línea Duroc. Además de lo dicho anteriormente sobre la variación en el contenido de GIM, esta también depende del músculo que se considere. Por ejemplo, en el lomo están entre 1.5 % a 2% (Vries et al., 2000).

Las proteínas constituyen el componente mayoritario de la materia seca del músculo estriado. La proteína cárnica tiene un elevado valor biológico. Esta proteína representa entre el 25 y 30% del total de proteínas consumidas en países industrializados y entre el 12 y 20% en los países en vías de desarrollo (López de Torre *et al.*, 2001).

La carne de cerdo contiene por término medio 14.5 g de proteína por cada 100 g, aunque este nivel es mayor cuando se habla de porción muscular y no de carne. Por poner un ejemplo de contenido en proteínas de cerdos autóctonos de razas rústicas, el contenido de proteína en el músculo longissimusde un cerdo de 90 kg de raza fue de 23.9%, en el cerdo de raza Rongchang 24.8 % y en un cerdo de 85 kg de Chenghua de 25.8%.



**Tabla 6.** *Contenido lipídico (%) de algunos músculos del cerdo Large White en edad de sacrificio*

<b>Músculo</b>	<b>Contenido de lípidos (%)</b>
<b>Longissimusdorsi</b>	1,3 ± 0,3
<b>Abductor femoris</b>	2,0 ± 0,5
<b>Bícepsfemoris</b>	1,4 ± 0,4
<b>Trapezius</b>	2,0 ± 0,7
<b>Masseter</b>	1,8 ± 0,5
<b>Semimembranosus</b>	1,7 ± 0,4
<b>Semitendinosus</b>	3,5 ± 0,5

Fuente: Vries et al, 2000

La clasificación más aceptada de las proteínas cárnicas tiene lugar con respecto a su solubilidad y localización. Así tenemos tres grupos: las proteínas sarcoplásmicas (mioglobina, hemoglobina y enzimas asociadas a la glucólisis, al ciclo del ácido cítrico y a la cadena transportadora de electrones); las proteínas miofibrilares (entre otras, actina, miosina, tropomiosina, troponina, actinina $\alpha$  y  $\beta$ , proteína C y proteína M) y las proteínas del estroma (constituyentes del tejido conectivo, que son comparativamente insolubles). La cuantificación de la proteína total se efectúa mediante el método de Kjeldahl, después de ser digerida la muestra con ácido sulfúrico en presencia de un catalizador 1993 (Swatland, 1991).

Las cenizas es el indicador indirecto del contenido en minerales de un alimento. La determinación de cenizas es referida como el análisis de residuos inorgánicos que quedan después de la ignición y oxidación completa de la materia orgánica de un alimento. La ceniza remanente es el residuo inorgánico y la medición de la ceniza total es útil en el análisis de alimentos. Las cenizas están compuestas de elementos minerales (calcio, fósforo etc.). La carne contiene metales alcalinos, alcalinotérreos, hierro, cloro, azufre, fósforo y diversos oligoelementos. Los 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 (Forrest, 1979).

#### 4.2.1. Composición de la grasa

Los triglicéridos constituyen la familia más abundante de los lípidos y son los principales componentes de los depósitos grasos de reserva de los animales. La grasa extramuscular está compuesta principalmente por lípidos neutros o acilgliceroles. La grasa intramuscular la componen tanto los lípidos neutros (triglicéridos), que llegan a representar el 80% del total (dependiendo del grado de infiltración grasa), como los lípidos polares (fosfolípidos o lípidos de membrana), que representan por término medio el 20% restante (Chang, 1992).

En el caso del cerdo Ibérico el contenido en triglicéridos es mayor, aproximadamente el 90%, debido a la alta infiltración grasa (Cava et al., 1999).

La proporción de lípidos neutros y lípidos estructurales varían de acuerdo al tipo de músculo (Tabla 7). Así mismo, la comparación de contenido de grasa intramuscular entre razas muestra fuertes variaciones (Tabla 8). La mayoría de los ácidos grasos de las grasas animales presentan un número par de átomos de carbono y de longitud comprendida entre 14 y 22 átomos de carbono, siendo los más abundantes los de 16 y 18 átomos de carbono. Aunque en grasas de corderos y bovinos se han encontrado ácidos grasos de cadena impar y ramificada, además de ácidos grasos *trans* isómeros posicionales del ácido oleico y linoleico. Los ácidos grasos impares y/o ramificados son componentes de las células bacterianas. También llegan a estar presentes en la grasa animal, siendo los mayoritarios el pentadecanoico (C15:0) y el heptadecanoico (C17:0).

La proporción de ácidos grasos de cadena impar y ramificados es más importante en los rumiantes que en otras especies ya que son sintetizados por los microorganismos de su aparato digestivo, luego son absorbidos e incorporados en sus tejidos incluyendo la carne (Smith, 1993).

Los ácidos grasos se dividen de acuerdo al grado de saturación en ácidos grasos saturados (AGS), monoinsaturados (AGMI) y poliinsaturados (AGPI). En general los AGS y AGMI son los mayoritarios en los acilgliceroles de las grasas neutras de la carne de los animales. Entre los principales AGS en la grasa de origen animal de mayor a menor concentración se encuentran el palmítico (hexadecanoico o C16:0), esteárico (octadecanoico o C18:0) y mirístico (tetradecanoico o C14:0). Por su parte, los AGMI más importantes cuantitativamente en la carne son el ácido oleico (C18:1) y el palmitoleico (C16:1).

**Tabla 7.** Contenido en triglicéridos y fosfolípidos (en g por 100g de músculo) de diferentes músculos

Músculos	Triglicéridos	Fosfolípidos
Longissimusdorsi	1.0	0.48
Bícepsfemoris	0.8	0.63
Psoas major	0.7	0.62
Trapezius	1.3	0.69

Fuente: Smith, 1993

Normalmente, los dobles enlaces de los ácidos grasos insaturados se presentan en la configuración *cis*, siendo menos frecuente la configuración *trans* (Ramírez, 2004).

**Tabla 8.** Comparación en lípidos intramusculares de *Longissimus dorsi* de razas de cerdos puros

Raza	Contenido	Lipídico <sup>a</sup>
<b>Large White</b>		<b>1.24</b>
<b>Landrace francés</b>		<b>1.19</b>
<b>Landrace belga</b>		<b>1.67</b>
<b>Piétrain</b>		<b>1.35</b>
<b>Duroc</b>		<b>2.41</b>
<b>TiaMeslan</b>		<b>1.53</b>
<b>Gallia</b>		<b>1.51</b>
<b>Penshire</b>		<b>1.66</b>
<b>Laconie</b>		<b>1.60</b>
<b>Meishan</b>		<b>3.07</b>

<sup>a</sup> expresados en % de peso fresco, animales en edad de sacrificio.

Fuente: Warris, 2003.

Los AGPI son constituyentes básicos de los fosfolípidos y determinan la fluidez de las membranas y la modulación de las actividades enzimáticas, actuando como portadores y receptores de membrana. Los AGPI son necesarios para las funciones vitales y no son sintetizados por los organismos superiores, por lo que son llamados ácidos grasos esenciales. Dentro de los AGPI de la carne tenemos principalmente los ácidos linoléico

(C18:2n:6), el linolénico (C18:3n:3) y el araquidónico (C20:4). A partir de los dos primeros la mayoría de carnívoros son capaces de sintetizar el resto de ácidos de la familia *n*-3 y *n*-6 (Lebrety Mourot, 1998).

El cerdo posee una mayor proporción de ácidos grasos insaturados que el bovino y tiene a su vez un punto de fusión más bajo. La composición en ácidos grasos de la carne magra (depósito intramuscular) de diferentes especies de animales de consumo (Tabla 9).(Sánchez, 1999).

En el cerdo, el perfil lipídico está relacionado fuertemente con el de la dieta. Este hecho es especialmente notable con el ácido linoleico y otros AGPI debido a la imposibilidad de los sistemas enzimáticos de los animales superiores de sintetizar ácido linoleico y linolénico.

Es por tanto, esperable una mayor concentración de ácido linoleico en los animales alimentados con dietas ricas en este ácido graso, tal y como se ha observado en experimentos llevados a cabo con distintas razas de cerdo blanco.

La grasa de la dieta se asimila y deposita casi sin sufrir modificación, por lo que la dieta influye en el tipo de lípidos existentes en el tejido muscular y graso, los que serán responsables de las características organolépticas (sabor, aroma, ternura, jugosidad, etc.) de la carne y también en su aptitud tecnológica (De Pedro, 1999).

El peso de la composición lipídica de la dieta sobre el perfil lipídico de los animales varía según la etapa de crecimiento que se considere. En las primeras etapas de crecimiento del cerdo, el 80% de los lípidos son sintetizados a partir de la glucosa de la dieta el cual es el principal precursor fisiológico de ácidos grasos, el sitio más activo de síntesis de ácidos grasos “de novo” es el tejido adiposo.

Estos lípidos sintetizados se caracterizan por un alto porcentaje de ácidos grasos saturados (ácido palmítico C16:0 y esteárico C18:0), aunque su composición viene regulada por mecanismos enzimáticos específicos (Cava et al., 1999).

En épocas posteriores de crecimiento, cuando el engrasamiento comienza a ser predominante, el efecto de la dieta sobre el perfil lipídico es cada vez más notorio.

**Tabla 9.** Perfil de ácidos grasos de depósito intramuscular de las diferentes especies animales de consumo

AC. GRASOS	CORDERO	VACA	TERNERA	CERDO	POLLO
<b>C12:0 (laúrico)</b>	0.22	0.00	0.00	0.16	0.00
<b>C14:0 (mirístico)</b>	3.13	3.10	1.92	1.31	1.10
<b>C16:0 (palmítico)</b>	22.82	25.96	23.56	24.39	23.08
<b>C16:1 (palmitoleico)</b>	3.58	4.39	4.33	3.44	3.30
<b>C18:0 (esteárico)</b>	13.87	13.53	14.42	11.95	0.99
<b>C18:1 (oléico)</b>	42.3	43.88	39.42	45.5	27.47
<b>C18:2 (linoleico)</b>	8.05	3.66	10.1	9.66	18.68
<b>C18:3 (linolénico)</b>	1.57	0.18	0.48	0.65	1.10
<b>C20:4 (araquidónico)</b>	1.12	0.54	3.85	1.31	4.40
<b>Saturados</b>	41.96	44.79	41.35	38.3	36.26
<b>Monoinsaturados</b>	47.2	50.45	44.23	50.08	32.97
<b>Poliinsaturados</b>	10.74	4.75	14.42	11.62	30.77

Fuente: De Pedro1999.

A medida que aumenta el estado de engrasamiento se produce una disminución de los ácidos grasos saturados, incrementándose los restantes, reflejando el perfil de ácidos grasos de la grasa del alimento. Esta inhibición de la síntesis endógena viene determinada tanto por la falta de substratos (hidratos de carbono) para la síntesis como por la inhibición que ejerce la grasa sobre las enzimas encargadas de sintetizar ácidos grasos (Galian, 2007).

Son varias las características de calidad de la carne que se ven influenciadas por el perfil lipídico de la misma. Así, la consistencia de la grasa, que determina la apariencia, la facilidad de manipulación de la carne y la sensación en boca (punto de fusión, jugosidad), depende de la composición de ácidos grasos de la grasa. No obstante, la consistencia del tejido graso depende de otros factores como el grado de humedad, la cantidad y estructura del tejido conjuntivo.

Dentro de las grasas saturadas el ácido esteárico es el que se encuentra en mayor proporción en el tejido adiposo y esta correlacionado con la consistencia y el punto de fusión de la grasa. El punto de fusión de la grasa aumenta con la longitud de la cadena de los ácidos grasos; así mismo, éste es mayor en los ácidos grasos de naturaleza saturada que en los insaturados. De los ácidos grasos insaturados, el ácido oleico no parece guardar correlación con el punto de fusión y la consistencia de la grasa. El ácido

linoleico, otro ácido abundante en el tejido adiposo porcino, presenta una correlación negativa con la consistencia de la grasa y el punto de fusión (López de Torre *et al.*, 2001).

Los AGPI son sustratos de la oxidación lipídica, en sus dobles enlaces se fija oxígeno comenzando la reacción de oxidación. Por lo tanto, cuanto más presencia de AGPI, mayor susceptibilidad de la oxidación (deterioro del color y enranciamiento) en detrimento de la calidad, aunque una oxidación moderada contribuye a la aparición de compuestos volátiles responsables del aroma deseable de la carne.

Si se llega a producir una oxidación excesiva aparecerán olores anómalos y coloraciones amarillentas y pérdida del color. Se ha observado que cuando las concentraciones de ácido  $\alpha$ -linolénico (18:3) se acercan al 3% se produce un claro efecto adverso oxidativo en la calidad de la carne (Pearson, 1989).

Los AGMI y AGPI se consideran ácidos grasos deseables para la salud humana ya que están relacionados con un efecto hipocolesterolémico. Además, los ácidos grasos saturados incrementan la presencia de las LDL (lipoproteínas de baja densidad) en el suero sanguíneo asociadas a la aparición de enfermedades coronarias; los ácidos grasos poliinsaturados reducen los niveles de LDL, mientras que los ácidos grasos monoinsaturados reducen los niveles de LDL y aumentan los HDL (lipoproteínas de alta densidad) no asociadas con la aparición de enfermedades cardiovasculares (Smith, 1993).

En la actualidad se están llevando a cabo estrategias de alimentación de los cerdos con aceites de pescado o lino con la finalidad de aumentar el contenido de AGPI, que se cree reducen el riesgo de arterioesclerosis y enfermedades cardíacas, sin embargo, como efecto colateral, esta alimentación aumenta la blandura de la grasa y su predisposición a la oxidación, en caso de que no se tomen medidas adicionales (Swatland, 1995).

Además de la alimentación, la raza, el sexo y el peso al sacrificio influyen sobre la cantidad de grasa y el perfil lipídico. En general, los animales con mayor grado de engrasamiento tienen más lípidos neutros y por lo tanto más grasos saturados que los menos engrasados. También se ha observado que las razas de cerdos locales están caracterizadas por una tasa de crecimiento lento, un alto depósito de grasa y una gran predisposición al depósito de ácido oleico. Estas características se acentúan debido a la crianza al aire libre (Olivera y Nuñez 2005).

### 4.3. Factores biológicos que controlan la calidad de la carne de cerdo

- a) **Grasa veteadas:** Es la grasa depositada en el perimio entre los haces de fibras musculares. Reduce la fuerza a realizar durante el corte o masticación e incrementa la jugosidad (Fox, 1998).
- b) **Colágeno:** La fuerza del músculo es debida al almacén de tejido conectivo. A mayor edad se desarrolla un más fuerte vínculo intramolecular que lo hace más difícil de degradar en la cocción (Forrest et al., 1979).
- c) **Fibras musculares:** Lo más importante respecto a la dureza es el agrupamiento de las fibras musculares que ocurre durante el enfriamiento. Los músculos con altas proporciones de fibras rojas tienden a ser más tierno que aquellos que contienen fibra blanca.
- d) **Androstenona y Escatol:** Alcanzan altas concentraciones en machos enteros y el escatol está también influenciado por la dieta y factores de manejo.
- e) **Caída de pH:** Una caída rápida de pH post mortem produce carne pálida, blanda y exudativa (PSE). Una caída retardada causa carne oscura, seca y firme (DFD), influenciado por la raza y manejo pre sacrificio (Gómez, 2004).
- f) **Desarrollo del tejido:** Cerdos con un desarrollo de tejido inmaduro exhiben un rango de caracteres que afectan adversamente a la calidad de la carne. Así presentan mucha agua y baja grasa en el tejido conectivo entre los músculos (Ordoñez et al., 1998).

### 4.4. Problemas de calidad en la carne de cerdo

A. **Carnes exudativas (PSE) pálido, suave y exudativo:** Es uno de los principales problemas de calidad de la carne de cerdo, este efecto causa graves pérdidas económicas durante el procesamiento y venta de carne fresca. La condición PSE ocurre cuando el músculo de una canal porcina es pálido en color, tiene textura suave o suelta y es exudativa, o sea, que pierde líquido (humedad). Factores genéticos, ambientales y de manejo, tanto del animal vivo como de la canal inmediatamente después del sacrificio pueden influir en la

incidencia y magnitud de esta condición. Una rápida caída del pH produce una acelerada glicolisis anaeróbica combinada. Con una elevada temperatura de la canal; esto da como resultado una desnaturalización de aproximadamente el 20% de las proteínas sarcoplasmáticas y miofibrilares (la combinación crítica de valores de pH inferiores a 6.0 con temperaturas superiores a 38°C. Estos cambios moleculares se aprecian macroscópicamente por una pérdida de la capacidad de retención de agua del músculo y mayor palidez (Pearson, 1996).

**B. Causa genética:** La carne PSE está asociada con la susceptibilidad hereditaria del stress porcino, presentándose con mayor frecuencia en canales de animales mejorados para un mayor rendimiento o desarrollo muscular (Pietrain y Landrace Belga). Estas razas, entre muchas, presentan mayor frecuencia del gen recesivo conocido como “gen de halotano”, responsable de la sensibilidad al stress. La manera como un cerdo puede ser portador del gen halotano es la siguiente: Como ocurre con todos los genes, el cerdo recibe un gen de cada padre. Los genes normales son llamados (N) y el gen mutante (n). Se pueden presentar tres genotipos de cerdos:

NN: Cerdos Normales

Nn: Cerdos portadores o Heterocigotes

nn: Cerdos mutantes o recesivos

Cruzamiento entre cerdas normales (NN) y reproductores portadores (Nn) producirán 50% de cerdos normales para el mercado (NN) Y 50% portadores (Nn). Si las cerdas son (Nn) o (nn) se producirán algunos cerdos recesivos (nn), estos cerdos son más susceptibles a muertes súbitas al síndrome de Stress porcino (PSS) y más del 90% producirán canales PSE. Se ha desarrollado la prueba de DNA, la cual puede identificar cada uno de los animales que son normales, portadores o recesivos; cosa que no se puede hacer con la prueba de halotano, la cual no identifica los cerdos portadores (Nn). (Warris, 2003).

La prueba está registrada comercialmente como “HAL – 1843” y se interpreta así:

HAL – 1843-nm: Cerdo no mutante u homocigótico negativo (libre del gen).

HAL – 1843 – nm: Cerdo monomutante u heterocigótico portador (gen presente en uno de los cromosomas).



HAL -1843 – dm: Cerdo dimutante u homocigótico positivo (gen presente en los dos cromosomas del sitio 1843 del DNA).

C. **Causa manejo:** Algunos animales normales o resistentes al estrés pueden desarrollar carnes PSE, siendo la causa de ello los factores de sacrificio, como las condiciones de transporte, tiempo de espera, tratamiento recibido y el tipo de aturdimiento. Las prácticas de manejo realizadas en la gran mayoría de mataderos demuestran que la calidad de la carne porcina se ve afectada negativamente por las técnicas de insensibilización y sangrado. Los puntos críticos son los tiempos prolongados de insensibilización, tiempos prolongados entre insensibilización y sangrado y el maneado y elevación de los animales para efectuar el corte de sangrado. Trabajos realizados en Alemania por el departamento federal de investigación en carnes, concluye que modificando la técnica de faena, vale decir a través de una insensibilización breve y efectiva, con inmediato corte y sangrado, se pudo lograr una reducción significativa de PSE. Otra práctica importante para reducir el PSE en canales, es someterlas a cadena de frío inmediatamente que son sacrificadas (- 25°C), esto con el fin de bajar la temperatura rápidamente. Los 30 min. Post-mortem son decisivos como indicador de carnes potencialmente exudativas (p H <6.0) (Pearson, 1996).

D. **DFD (Oscuro, firme y seco):** Este ocurre cuando las reservas de glucógeno del musculo en los animales vivos se han agotado antes de la muerte, produciéndose poco ácido láctico que da como resultado un pH muscular final elevado (<6.0), esto trae como consecuencia una vida media disminuida, ya que con el pH elevado sufre una putrefacción más rápida debido al acelerado crecimiento bacteriano. Por tanto, necesitan de mayores concentraciones de sales durante su curado para limitar la proliferación bacteriana. Además la apariencia brillante de los productos curados manufacturados con estas carnes provoca un rechazo por parte de los consumidores (Warris, 2003).

E. **Estrés previo al procesamiento:** La intensidad del manejo a que los cerdos son sometidos durante la carga, transporte y llegada a la planta de sacrificio, son los principales factores responsables de la incidencia del estrés previo al procesamiento. Además de la pérdida de animales, el estrés previo al procesamiento proporciona una producción de carne con calidad inferior. En el caso de que haya estrés muy cercano al momento del sacrificio, puede haber un aumento en la producción de carne PSE (>38°C),

acumulación de ácido láctico y aumento de la tasa metabólica, la que causa una rápida caída del pH <6, antes de enfriamiento de las canales, que a su vez desnaturaliza las proteínas musculares. Esto reduce la capacidad de retención de agua y aumenta la palidez de la carne, lo cual causa un rechazo del consumidor y consecuencia económica serios para el sector y la industria. Existen algunas alternativas nutricionales para reducir el estrés previo al procesamiento, una de las cuales es el uso del triptófano sintético adicionado a las raciones de cerdos en finalización.

La mejora en la calidad de la carne con la adición de este aminoácido ocurre debido a la competencia del triptófano con la tirosina por el sitio de unión en la barrera hematoencefalica, de esta forma, los productos de tirosina, principalmente la epinefrina que es responsable de la manifestación del estrés al procesamiento, no se liberan en concentraciones suficientes para que el animal manifieste el estrés.

Esto resulta en una menor incidencia del metabolismo anaeróbico y en consecuencia en una menor liberación de lactato en el musculo. Otro beneficio del uso del triptófano en alimentos para cerdos es el hecho de que este aminoácido es el precursor de la serotonina, que es la hormona involucrada en el estímulo de la ingestión de alimento y en la disminución del estrés que antecede al procesamiento.

De esta forma, investigadores expusieron que la suplementación de triptófano en cerdos estresado durante el sacrificio proporcio una concentración de serotonina de 28% menos que cuando fueron comparados con cerdos que estaban con bajo grado de estrés (Pearson, 1996).

**F. Manejo previo al procesamiento:** Los procedimientos de manejo previo al procesamiento engloban diferentes factores estresantes para los animales que influyen directamente sobre la calidad de la carne.

El ayuno alimenticio está clasificado como el primer punto crítico de control, pues su práctica minimiza la tasa de mortalidad durante el transporte, mejora la seguridad la incidencia alimenticia (disminuye los riesgos de derramamiento del contenido intestinal durante la evisceración y diseminación de bacterias patógenas a través de las heces) y ambiental (menor volumen de desechos en la planta de sacrificio).

Se recomienda un tiempo de ayuno de entre 16 y 24 horas para vaciar el contenido intestinal y minimizar los riesgos de contaminación, no obstante, se ha notificado una amplia variación en el peso del contenido estomacal, independientemente del tiempo aplicado, de esta forma, el tiempo de ayuno sugerido por algunos países como Francia,

Reino Unido y España, tiene como referencia el contenido estomacal menor de 1.4 Kg. Hay registros de que cerdos que no han tenido ayuno y se sacrifican inmediatamente después de la llegada a la planta de sacrificio, presentan un pH inicial muy bajo a nivel del lomo, por otro lado, largos periodos de ayuno relacionados con periodos largos de transporte o de espera, tienden a disminuir la incidencia de carne PSE y a aumentar la prevalencia de carne DFD (oscura, dura, seca), debido al agotamiento del glucógeno muscular, especialmente en los músculos que sustentan la postura y peso animal (Mendoza, 2002).

Las situaciones de máximo estrés corresponden al periodo de embarque y desembarque de los animales, debido a la interacción hombre-animal y al cambio de ambiente. Los corrales de engorde deben ser proyectados en locales. De fácil acceso para que los camiones puedan proceder al embarque.

Se recomienda que el transporte sea efectuado en la noche o en las primeras horas de la mañana cuando el clima no sea caliente o sofocante. Las investigaciones han demostrado que la utilización de la vara eléctrica en la que la inhalación de 90% de CO<sub>2</sub>, por ende, el uso de la vara eléctrica debe evitarse debido a su efecto perjudicial sobre el bienestar (aumento de la frecuencia cardiaca) y la calidad de la carne (hemorragias y hematomas), por lo tanto, se deben conducir grupos de 3-5 animales con la ayuda de una plancha de aluminio o plástico resistente.

Los lotes con demasiados animales en el transporte producen hematomas, fracturas Oseas, estrés y muerte, los lotes insuficientes resultan con lesiones corporales producidas por golpes con la carrocería. En estos casos, se ponen en riesgo la calidad de la carne, rendimiento industrial y las utilidades.

Después del embarque se recomienda mojar a los animales con ayuda de aspersores de agua localizados en la carrocería del camión durante aproximadamente 30 min. Este procedimiento ayuda a reducir la temperatura corporal impuesta por la actividad física a que los animales fueron sometidos en el corredor de conducción del galpón de finalización, del estrés por el nuevo ambiente del camión, lo que los deja menos agitado (Owen, 2001).

#### 4.5. Métodos auxiliares para la caracterización de la calidad en la carne de cerdo

La carne puede perder en mayor o menor grado las propiedades deseadas que desea el consumidor que es el color, consistencia, olor y sabor. La carne experimenta una serie de procesos bioquímicos de desarrollo espontáneo, influencias exteriores que hacen que la canal sufra modificaciones esto hace que la carne pierda su valor nutritivo, culinario y no sea apto para el consumo humano. Para determinar y enjuiciar sanitariamente las carnes el veterinario dedicado a la inspección de canales recurren a los medios auxiliares de examen para concretar las anomalías apreciadas organolépticamente. Desde hace mucho tiempo viene utilizándose diversos métodos de examen, cuyo empleo permite descubrir importantes anomalías de los valores nutritivos y culinarios de la carne, estos métodos auxiliares se refieren principalmente a la determinación de acuosidad de la carne, grado de desangramiento (Buxadè, 1995).

A. **Determinación del grado de acuosidad:** Acuosidad es la presencia en gran cantidad de agua libre en los intersticios tisulares. Normalmente el agua presente en las células corporales se hallan ligados a las proteínas celulares, existe un equilibrio de agua libre ligada a las proteínas, la excesiva acuosidad de la carne puede deberse a distintos factores.

- Carencias proteicas, enfermedad que cursan con trastorno de metabolismo mineral.
- Enfermedades aguda o crónicas
- Trastorno circulatorio que pueden ser provocados por lesiones del miocardio, válvulas del corazón, afecciones renales y hepáticas.

En el sacrificio destaca enseguida el aspecto húmedo del conjuntivo subcutáneo. Depositando la canal en un local bien aireado para que el exceso de líquido gotee y se evapore, con lo cual los músculos se tornan consistentes y secos. De aquí que el dictamen sanitario no deba emitirse antes de 24 horas para lograr la determinación de la carne se dispone de varios métodos auxiliares simple (Pearson, 1996).

B. **Método del compresor:** Es el compresor – papel de filtro de Schonberg se coloca un trocito de tejido muscular del tamaño de un hueso de cereza sobre un fragmento de papel filtro y ambos se oprimen entre sí con ayuda de un compresor. Al cabo de 2 min., se compra la porción de papel de filtro que quedo sin contactar con la carne, y esta empapada de jugo muscular, con la parte de papel cubierta por un trozo de carne. En

carnes secas se forma al cabo de 24 horas un ribete estrecho húmedo. En las carnes acuosas se encuentra el papel filtro casi completamente empapado, según el grado de humedad de la canal (Pearson, 1996).

**C. Determinación del grado de desangramiento:** Un buen desangramiento es necesario para lograr una carne con adecuada capacidad de conservación.

La sangre tiene un pH 7.75 y como consecuencia de su alto contenido proteico, tiende a una rápida putrefacción. De aquí que la capacidad de conservación de una carne mal sangrada sea muy limitada.

El grado de desangramiento depende, de otras cosas, del estado psíquico y físico del animal de abasto, así como del tipo y realización del método de sacrificio.

En particular dificultan el desangrado todas las enfermedades que motivan debilidad del sistema circulatorio.

El desangrado más imperfecto, se aprecia en animales sacrificados en estado agónico debido a que el sistema circulatorio se encuentra notablemente alterado. Un desangrado imperfecto en grado entre mediano y agudo se aprecia ya por medio de los sentidos. Si existe la sospecha de un desangramiento insuficiente, se puede recurrir a la práctica de métodos auxiliares de diagnóstico que faciliten el dictamen.

Para ello se dará principal valor a la determinación del grado de desangramiento de los músculos. Las muestras a analizar se tomarán de porciones profundas de las masas musculares (Buxadè, 1995).

**D. Método combinado para la determinación de pH de acuosidad y grado de desangramiento de la carne con el dispositivo BRAUNSCHWEIGER:** Es un dispositivo práctico para determinar rutinariamente el pH, grado de acuosidad y grado de desangramiento de la carne, con lo que pueden realizarse combinarse y de manera simple, rápida, económica, los protocolos de investigación mencionada.

Consta de una prensa de palanca de acción manual con dos placas de plexiglás. Se coloca una muestra de carne exenta de grasa, conjuntiva y sangre. Entre las placas sobre un trozo de papel filtro y una tira de papel indicador se comprime seguidamente.

La anchura de la zona empapada en torno de la muestra de carne y la coloración roja del papel de filtro dan una valiosa idea sobre el grado de acuosidad y el contenido de

sangre de la muestra. A la vez se determina el pH con el tono adoptado por el papel indicador (Smith, 1999).

**E. Método de la seudoperoxidasa:** La prueba de la seudoperoxidasa- hemoglobina, propuesta por Schonberg para la determinación de un deficiente grado de desangramiento en el estudio higiénico de la carne. La prueba se basa en una sustancia fácilmente oxidable, como el ácido guayaconico por medio del pigmento hemático en presencia del oxígeno se transforma en cuerpos de elevado grado de oxidación. La hemoglobina y sus derivados férricos actúan entonces, una peroxidasa se encuentra como fermento celular en los mieloblasteidos con porfirina y hierro que catalizan la oxidación de numerosos compuestos orgánicos.

Pero también sería posible la siguiente reacción: la peroxidasa separa de  $H_2O_2$  un radical  $O$  = oxígeno atómico que sin ser transportado se dirige espontáneamente al receptor, el cual lo toma y resulta oxidado. Como la hemoglobina sin ser una verdadera peroxidasa verifica la misma reacción. La prueba hecha con hemoglobina se ha denominado por ello prueba de la seudoperoxidasa. Como consecuencia se usa la prueba la tintura de guayacol (Moller, 1980).

## V. CARACTERÍSTICAS ESENCIALES DE LA CANAL DEL CERDO

### 5.1. Características que influyen en la calidad de la canal

El consumidor actual de carne de cerdo exige un producto con la máxima cantidad de tejido muscular y un mínimo de grasa. Por este motivo, es razonable basar la selección del cerdo en aquellos caracteres que están relacionados con la calidad de la canal. En el animal sacrificado, rutinariamente. La investigación de la calidad de la canal y de la carne es una disciplina práctica, enfocada fundamentalmente a la mejora de la capacidad del sector cárnico, para satisfacer las necesidades de los consumidores de carne y productos cárnicos de calidad a un precio aceptable (Kempster, 1989).

Las características que influyen en la calidad de canal tienen importancia desde un punto de vista comercial, las transacciones comerciales en el mercado de la carne tienden a realizarse cada vez más sobre la canal y menos sobre los animales en pies, es por esto que en los mataderos se imponen los sistemas de clasificación de las canales que establecen distintas categorías. La calidad de la canal es el grado de adaptación a la carnicería, es decir, la aptitud de la canal para dar al carnicero el máximo de músculos y el mínimo de huesos, desechos de grasa y aponeurosis. La calidad de una canal en cualquier mercado depende fundamentalmente de sus proporciones relativas en términos de hueso, músculo, grasa y desechos, ya que esto es lo que se va a consumir (Ruiz et al., 1996).

Estas proporciones varían de unas canales a otras, dependiendo del crecimiento diferencial y del desarrollo que ha tenido lugar desde el momento de la concepción hasta el sacrificio (Begoña, 1999).

Las características de calidad de las canales se establecen principalmente a partir del peso de la canal, la conformación y el grado de engrasamiento. Estos parámetros proporcionan información, sobre la cantidad de músculo, la grasa y el hueso en la canal, así como la cantidad y composición de las piezas, cantidad de tendones y constitución de la musculatura y el tejido graso, información obtenida matemáticamente mediante análisis de regresión. La proporción de cada una de las piezas cárnicas denominadas “despiece de la canal”, obtenidas por la partición de la canal que tiene lugar después del oreo, así como la composición tisular y composición química de la canal son también

características de calidad de la canal no viables o no utilizadas a escala de matadero. Como principal crítica a los sistemas de clasificación de la canal, está la de la falta de una clara correlación entre calidad de la canal y calidad de la carne. El actual sistema de valoración de las canales es insuficiente ya que no permite emitir juicios precisos sobre índices de calidad de carne como la palatabilidad (Kirton, 1989).

En el cerdo, los sistemas de clasificación de canales más extendidos se realizan mediante la medida de la profundidad de grasa dorsal y músculo dorsal, que proporciona una estimación del porcentaje de magro de la canal. En Europa se utiliza el sistema SEUROP basado en dichas mediciones, donde S corresponde a las canales con un porcentaje magro mayor al 60% y menor al 40%. Los algoritmos de conversión de los parámetros de profundidad de músculo y grasa en % de magro dependen del peso de la canal y raza, y están desarrollados para los híbridos comerciales. En un estudio realizado en diversos mataderos españoles mediante el sistema oficial de clasificación con el aparato conocido como Fat-O-Meater (FOM) se ha observado en la mayoría de estos que las medias de espesor de grasa, de músculo y de porcentaje de magro fueron de 15 mm, 58 mm y 58% respectivamente. En el caso de razas autóctonas, estos sistemas de clasificación tendrían que ser revisados, calibrados y adaptados para cada caso concreto (Gispert y Font, 2007).

## **5.2. La composición de la canal**

La valoración cuantitativa de una canal comprende la evaluación de los principales tejidos que lo componen determinando la cantidad y la proporción en la que se encuentran. Desde el punto de vista histológico, la canal está formada por varios tejidos (muscular, óseo, adiposo, conjuntivo, epitelial, nervioso, sangre, linfa, etc.) siendo los tres primeros de mayor interés desde el punto de vista productivo, por lo que de forma práctica se resumen en tres: grasa, músculo y hueso. Esta conformación tripartita depende del crecimiento alométrico de los tres tejidos citados, correspondiendo los valores de 0.85, 1.0 y 1.5 al hueso, músculo y grasa respectivamente. En consecuencia, a medida que el animal crece (madura) y aumenta el peso total, el porcentaje de hueso disminuye, la proporción de grasa en la canal aumenta proporcionalmente y el porcentaje de músculo se mantiene constante. Desde el punto de vista económico, la relación entre estos tres



tejidos principales constituye el determinante casi exclusivo del valor económico del animal (Smith, 1983).

Proponen que exista una proporción máxima de músculo, una proporción mínima de hueso y unos niveles óptimos de grasa. La canal ideal es aquella que tiene un alto porcentaje de tejido muscular, una cantidad suficiente de grasa infiltrada y una proporción de grasa de cobertura limitada. En el trabajo se recoge una tabla donde indica que en cerdos comerciales el tejido muscular y la grasa representa alrededor del 52% del peso vivo, los huesos el 17%, las vísceras el 7%, la piel y grasa adherida a la misma el 6%, la sangre el 3%, los recortes grasos, patas y otros recortes el 9% y el contenido el 6%.

La grasa es el componente físico de la canal que presenta mayor variabilidad en el aspecto cuantitativo y cualitativo y condiciona la proporción relativa de los otros dos componentes de la canal. Tanto la cantidad como la composición de la grasa y de los demás tejidos, pueden variar en función de la especie animal, edad, sexo, régimen alimenticio, localización anatómica y el entorno medioambiental. El genotipo determina diferencias en la velocidad del desarrollo de los distintos grupos de tejidos (razas precoces y razas tardías), por lo que afecta a los porcentajes de grasa, músculo y hueso.

La influencia del factor raza sobre la composición de la canal varía en función del acabado. La raza influye en el formato del animal adulto y por lo tanto en su composición; sin embargo, el grado de dispersión de los resultados depende de cómo se hagan las comparaciones (edad, peso y acabado, observaron que comparando cerdos del mismo peso con influencia genética de la raza Meshian con cerdos con influencia de las razas Pietrain y Landrace, los primeros tuvieron el mayor contenido en grasa, menor contenido en magro y menor proporción magro/hueso, así como el mayor porcentaje de piel; mientras, en los cerdos con influencia Pietrain se observó un menor contenido en grasa subcutánea. Respecto al sexo, encontraron una mayor proporción de grasa intramuscular en las hembras que en los machos enteros (Butterfield, 1988).

Los distintos sexos, macho entero, macho castrado y hembra, presentan diferentes pautas de desarrollo de los tejidos. Las mayores diferencias se producen a nivel del desarrollo del tejido adiposo, siendo las hembras las más precoces que los machos. Afirman que los machos poseen más hueso y menos grasa que la hembra, que el peso de la canal está relacionado con la composición, ya que las canales más pesadas tienen menos proporción de hueso y músculo, y más de grasa. Su determinación es muy

importante, ya que dentro de un grupo de animales del mismo sexo y raza, el peso de la canal puede predecir más fiablemente la composición de la canal que algunos índices propuestos para ello. Pese a que conforme aumenta el peso de la canal, el rendimiento de carne magra disminuye, con el aumento de peso y de la edad, la grasa total también se incrementa correspondiendo las mayores cantidades a la intermuscular, seguida de la subcutánea, intramuscular e interna (renal y pélvica). Encontraron un efecto significativo del peso de la canal en los pesos de la grasa, músculo y hueso (Johnson, 1972).

El parámetro de la edad está muy relacionado con el peso del animal, con la edad aumenta la deposición de grasa en la canal. La edad ejerce una influencia significativamente mayor sobre la composición corporal que las condiciones de manejo (nivel de alimentación), apuntando que la edad del animal es un condicionante importante del efecto que pueda tener la restricción de la alimentación sobre la composición de la canal, de manera que no afectaría en animales jóvenes, pero sí disminuiría el porcentaje de grasa y aumentaría el de agua y proteína en animales de más edad. El nivel nutricional produce variaciones en el crecimiento ponderal del animal y por tanto en la composición tisular de la canal. El efecto de la dieta tiene dos puntos de vista el cuantitativo y cualitativo. Dietas ricas en energía ofrecen un ritmo de crecimiento alto, produciendo principalmente un aumento de la proporción de grasa en la canal, esto es debido a que la grasa es utilizada por el organismo como reserva para evitar cambios en el resto de los tejidos cuando se producen modificaciones en la ingestión de energía. La cantidad de grasa aumenta con raciones ricas en concentrado, aumento que también se puede observar cuando los periodos de acabado tienen una mayor duración (Zea, 1978).

El nivel energético de la dieta afecta el ritmo de crecimiento de los distintos tejidos de la canal, pero la magnitud de la respuesta depende de la raza y del sexo de los animales que se consideren. Para una misma edad, en las canales de las razas más precoces, el aumento de energía incrementa considerablemente más los depósitos grasos y disminuye el músculo y el hueso. En razas más tardías, todos los tejidos evolucionan de forma similar y no se modifica sustancialmente la composición. Las variaciones en el nivel de los aportes alimenticios, principalmente energéticos, permiten modificar la velocidad del crecimiento diario y la composición de la canal – la cantidad de lípidos depositados aumentan en mayor cantidad cuando la ganancia de peso es mayor. Este efecto de mayor engrasamiento con ritmos de crecimiento altos varía en función al peso que tenga el animal, pues aquellos animales que tienen menor peso van a acumular grasa

durante el periodo de crecimiento rápido. Es por eso que indican que las diferencias debidas a este factor se deben observar cuando se comparan animales con pesos similares. Si se mantiene positivo el balance energético, la composición corporal a un peso determinado es independiente de la nutrición, es decir, de la relación proteína/energía, y de la forma física de la dieta, así como de la frecuencia de alimentación (Privanto, 1992).

La ganancia de peso diaria depende de factores genéticos y de factores de cría, principalmente de valor alimenticio. Estos factores además de modificar la curva de crecimiento de los animales, también modifican la composición corporal y el desarrollo anatómico, los que dependen también del peso al sacrificio, indican que el crecimiento compensador en los animales produce un mayor engrasamiento, especialmente en los depósitos de grasa intermuscular y subcutánea, sin embargo, otros autores, indican que esto es variable, dependiendo de la edad del animal y del periodo de subalimentación. Finalmente, el aumento en el aporte de materias nitrogenadas da lugar a un aumento en el consumo de alimento y de la velocidad de crecimiento.

Los niveles más adecuados de proteína para machos y hembras disminuyen al aumentar el peso vivo, así como al disminuir el nivel energético de la ración. Estos mismos autores afirman que la composición de la canal depende tanto del contenido en materias nitrogenadas totales como del nivel energético de la misma, aumentando el contenido en proteína en razón directa respecto a las materias nitrogenadas e inversamente al nivel energético de la ración.

No se producen cambios importantes en la canal, al aumentar el nivel proteico de la dieta, pero si hay una ligera tendencia de aumento de grasa. Indican que niveles muy altos de proteína digestible en el intestino delgado produce un incremento de la síntesis muscular y una limitada deposición de tejido (Zea, 1978).

Se miden con bastante precisión las siguientes características

a) **Longitud:** La longitud de la canal de un cerdo tipo carne beneficiado, con un peso vivo de 90,909 a 100 Kg. (200 a 220 lb.), debería estar entre 73,66 y 78,7 cm (29 a 31 pulgadas). La longitud de la canal en el animal beneficiado, es medida entre el borde anterior de la primera costilla y el borde anterior del pubis (Tibau et. al., 1997).

b) **Área del ojo del músculo:** La sección transversal del músculo largo dorso efectuada entre la 10a y 11a costillas, proporción uno de los mejores indicadores de la relación carne: grasa. Este indicador es comúnmente evaluado por los consumidores bien informados, en el mismo momento de la compra. Una vez beneficiado el animal, se realiza una demarcación del perímetro de la chuleta, para luego calcular el área con un planímetro (Platorres, 2005).

c) **Espesor de la grasa dorsal:** Esta característica es reconocida como una medida importante de la calidad de la canal. En esta última, la grasa dorsal es medida en tres puntos: a nivel de la primera y última costilla y de la última, vértebra lumbar. Existe una correlación positiva entre la longitud de la canal y la cantidad de tejido muscular. Por otra parte, la correlación es negativa entre el espesor de la grasa dorsal y la longitud de la canal y la cantidad de tejido muscular. En el animal vivo la longitud de la canal sólo puede ser apreciada a través de la propia longitud del animal mientras que el área del ojo del músculo y el grosor de la grasa dorsal, pueden ser medidos con bastante aproximación, utilizando diversos métodos que será revisado más adelante (Mendez, 2002).

### **5.3. Influencia de la genética sobre la calidad del canal de la carne de cerdo**

La genética en un plantel porcino es compleja y de gran importancia ya que las razas de cerdos son muy específicas. Para lograr un alto número de cerditos por camada y que estos tengan una carne de buena calidad y en el menor tiempo posible, es necesario realizar diferentes cruza entre aquellos animales seleccionados de distintas razas. La calidad de la canal está relacionada con el contenido en magro de la misma y con el porcentaje de piezas nobles. Ambos caracteres presentan una elevada heredabilidad y un efecto de heterosis prácticamente nulo. Es fácil la mejora de estas características mediante selección de los animales más musculosos, habiéndose desarrollado tipos genéticos especializados por su alta calidad de canal y que se utilizan preferentemente como machos finalizadores (Tibau, 1997).

**Tabla 10.** *Efectos de la raza en la calidad de canal (hembras, 95 Kg)*

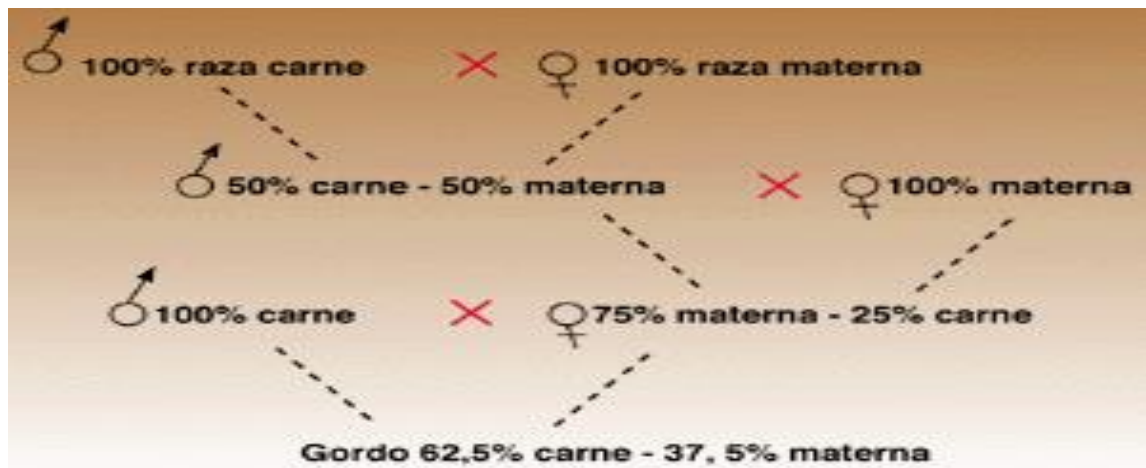
	<b>Large White</b>	<b>Landrace</b>	<b>Pietrain</b>	<b>Duroc</b>
<b>Rendimiento sacrificio (%)</b>	78	78	79	76
<b>Longitud canal (cm)</b>	80	82	75	79
<b>Espesortocino dorsal(mm)</b>	19	18	11	18
<b>% Magro</b>	48	49	60	47
<b>% Jamón</b>	27	28	31	27
<b>Relación musculo/hueso</b>	5.7	5.8	7.4	5.5

Fuente: Buxadé, 1995.

Las estimas de la heredabilidad presentan unos valores medios, mientras que el porcentaje de grasa intramuscular presenta valores próximos a 0.5. Los efectos de heterosis son prácticamente nulos o muy bajos. Las carnes pálidas, blandas y exudativas (PSE), están vinculadas al síndrome de estrés porcino y su causa genética es una mutación en un gen que controla el movimiento del calcio en las células musculares. Las correlaciones entre caracteres de calidad de carne y caracteres productivos suelen ser desfavorables, acentuándose en el caso de caracteres ligados al desarrollo muscular y en poblaciones con una elevada heterogeneidad en cuanto a la presencia del gen de sensibilidad al estrés. La mejora intensiva para el desarrollo muscular y en contra de la deposición de grasa contribuye a la degradación de la calidad de la carne (Begoña, 1999).

A pesar de ello las empresas de mejora genética no se han planteado la mejora de la calidad de la carne de forma prioritaria en sus objetivos de selección aunque si tienen en consideración evitar animales portadores de genes mayores con efectos significativos sobre la calidad, sobre todo en las líneas maternas (gen de sensibilidad al estrés, gen de la carne acida). Si bien el menor porcentaje de grasa de las canales es un criterio muy importante a considerar en la mejora del ganado porcino, el vetado (grasa intramuscular) de la carne puede afectar de forma importante la aceptabilidad por parte del consumidor. Aunque hay una correlación desfavorable entre la calidad de la canal y grasa intramuscular, las estimas de la correlación genética entre grasa intramuscular y grasa subcutánea son sensiblemente inferiores a 1, para ciertas razas. Cabe la posibilidad de seleccionar animales que, manteniendo unos niveles mínimos de grasa intramuscular,

tengan canales de elevada calidad. La cruce entre dos razas de carne daría cerditos de buena calidad y listos para matadero en poco tiempo, pero se obtendría un reducido número de cerdos al parto y una disminución de estos al destete por las malas características maternas de la hembra y su baja prolificidad. Por otro lado una cruce entre dos razas maternas daría cerdos de baja calidad y en un período de tiempo mayor. (Buxadè, 1995).



**Figura 2.** Cruce para Obtener Cerdo para Consumo

Fuente: Keeton, 2001.

Ejemplo de un esquema de cruce para la obtención de un cerdo para consumo. Hoy en día el productor de cerdos compra la hembra que posee 75% de las características materna y 25% de las de carne. Este tipo de cerdos se denominan Camborough 22. De esta forma se realiza finalmente la cruce con un macho 100% carne (ejemplo Duroc) para así obtener los cerdos comerciales (Gordos). El gordo es un cerdo de excelentes características de carne pero menores que uno 100% carne, ya que al incluir una madre con características maternas para tener un buen número de gordos en la camada, una buena lactancia y cuidado de ellos se pierde un porcentaje para carne(Keeton, 2001).

A. **Gen de sensibilidad halotano:** Localizado en el cromosoma 6, fue descubierto en 1991 por investigadores canadienses (MacLennan y col.) de la Univ. Toronto quienes encontraron la mutación responsable del síndrome de estrés porcino en el gen que codifica el receptor de rianodina o de liberación del calcio (CRC1). Gracias a este descubrimiento ha sido posible desarrollar un test molecular de diagnóstico precoz que

permite determinar el genotipo de los animales heterocigotos (Nn) portadores de un solo alelo mutado (n) de los animales homocigotos normales portadores del alelo normal (N) en doble ejemplar estima las diferencias en la composición corporal entre "nn" y "NN":

- rendimiento de la canal: + 1%
- longitud de la canal: -12 a - 51 mm.
- espesor de tocino dorsal: - 3 mm.
- tasa de músculo estimada: +3 a +5%
- El desarrollo muscular de los cerdos "nn" es particularmente marcado a nivel de jamón y lomo.
- El pH 1 de los "nn" es netamente más bajo (-0,6 - -0,8) y su color es también más pálido.
- El pH último no se afecta.
- La carne de los "nn" es menos tierna por la temprana aparición del rigor mortis y la fuerte pérdida de peso a la cocción

Se llama de esta manera porque su presencia en cerdos como genotipo doble recesivo provoca sensibilidad al gas anestésico halotano. Los cerdos susceptibles, conocidos como halotanos positivos, presentan una respuesta característica cuando inhalan el gas a través de una máscara facial. Sus miembros quedan extendidos y rígido y desarrollan una subida de la temperatura corporal e hipertermia. Esta hipertermia se vuelve progresivamente más grave y se la conoce entonces como “maligna”. Si la respuesta no es corregida rápidamente el cerdo muere. El test de halotano solamente identifica a los cerdos con el genotipo doble recesivo (nn), pero no a los heterocigóticos (Nn). Estos animales portadores, como los homocigotos normales (NN), no son influidos negativamente por el halotano, y sometidos a la acción de este gas entran a un estado relajado de anestesia estable. Se les denomina como halotano negativo, la incapacidad del test de halotano para identificar a los heterocigóticos fue una considerable desventaja de los intentos de controlar la presencia del gen en las razas porcinas mediante cruzamiento selectivo.

Esta situación empeora por la dificultad de la interpretación de los resultados del test. La duración por la exposición al halotano en el test se restringió a 3 – 5 min para reducir la muerte de los animales positivo pero este tiempo podría no ser suficiente para la detección de los animales positivos. Además, el estado fisiológico del animal parece

afectar el test. Esto es importante a que el hecho de llevar a cabo el propio test conlleva inevitablemente un cierto estrés asociado. Sin embargo, recientemente se ha desarrollado un test basado en el ADN que permite la diferenciación exacta de los tres genotipos (NN, Nn, nn).

Este test se basa en la detección del gen receptor de la rianodina (Ryr). El receptor de la rianodina es el canal de liberación de calcio del retículo sarcoplasmático y una mutación simple del gen que lo controla ha sido identificada como la causa más probable de la sensibilidad al halotano en cerdos. Muy pronto se descubrió que el gen del halotano estaba íntimamente asociado a la susceptibilidad al estrés en algunas razas o líneas porcinas (Velarde, 1999).

Las razas susceptibles presentaban dificultades en soportar episodios de estrés, así como una mortabilidad relativamente alta durante el transporte y producían canales que tenían una elevada incidencia de carnes PSE, a estas características se las conoce en ocasiones como el síndrome de estrés porcino (PSS). Sin embargo, la sensibilidad al halotano fue también asociada con atributos positivos de muscularidad y buena conformación de la canal, lo cual fue indudablemente la razón para su selección inadvertida en algunas razas, sobre todo la Pietrain y la Landrace Belga en Europa y la Poland China en Norteamérica. A causa de la naturaleza recesiva de su herencia, se pensó que al mismo tiempo los beneficios del gen halotano, mejor calidad de la canal, podrían explotarse a la vez que se eliminaban los problemas de peor calidad de carne, una alta incidencia de carne PSE, produciendo una generación cuidadosamente controlada de heterocigóticos para el sacrificio (La Torre, 2003).

Lamentablemente la calidad de la carne en los heterocigóticos de hecho no es en general tan buena como en los cerdos halotano negativos normales. En otras palabras, el gen no es enteramente recesivo en sus efectos sobre estas características. En consecuencia, la estrategia adoptada por gran parte de los criadores de cerdos consiste en eliminar completamente la recesión productiva de sus piaras, ayudados del test basado en el uso del ADN. Un ejemplo de las diferencias que se han encontrado entre cerdos con los tres genotipos de sensibilidad al halotano (Warris, 2003).



**Tabla 11.** Crecimiento y Característica de la Calidad de la Canal de la Carne de Cerdos LandraceBritanico, seleccionados como Halotanos positivos, halotanos negativos o sus cruces

	Halotano positivo (nn)	Cruces (Nn)	Halotano negativo (NN)
*Ganancia de peso diario(Kg)	0.91	0.94	0.89
*Índice de conversión( alimento ingerido/ganancia de peso)	2.40	2.51	2.58
*Grosor medio del tocino dorsal (mm)	22.4	23.8	23.2
*Área del LD (cm <sup>2</sup> )	34.0	33.4	32.6
*Rendimiento a la canal	76.6	76.7	75.9
*Categoría de la conformación <sup>a</sup>	7.4	7.1	7.1
*Reflectancia del LD( unidad EEL)	51	43	42
*Porcentaje de canales clasificadas visualmente como palidas, exudativas o PSE	51	16	6

<sup>a</sup>Escala visual de diez puntos, cuanto más alto mejor.

LD musculo longissimusdorsi; EEL, medidor de reflectancia Evans Electro Selenium; PSE, pálida, blanda y exudativa.

Fuente: Warris, 2003

B. **Gen RN<sup>-</sup>**: Llamado gen de la carne ácida ha sido localizado sobre el cromosoma 15, es un gen monogénico dominante que se expresa por un fuerte aumento del descenso de pH que conlleva a un pH último bajo a pesar de un pH 1 normal. Este pH último bajo es el resultado de un potencial glucolítico muy elevado que conlleva a una glucogenolisis prolongada. El gen RN<sup>-</sup> se ha identificado en ciertas estirpes de cerdos Hampshire, particularmente en Francia y Suecia.

El nombre del rendimiento en la elaboración de jamones cocidos y los nombres de los creadores de la técnica empleada para medir este rendimiento: RN<sup>-</sup> hace referencia a “RendementNapole”, Rendement de la palabra francesa para “rendimientos”, y Napole de las iniciales de los apellidos de N. Naveau, P. Pommeret y P. Lechaux. El rendimiento se mide curando y cociendo una muestra de 100g del musculo semimembranosus en sus condiciones determinadas. Los tres genotipos son RN<sup>-</sup> RN<sup>-</sup>, RN rn<sup>+</sup> y rn<sup>+</sup>rn<sup>+</sup> (normal).

El rendimiento de los músculos de cerdos que llevan el gen RN<sup>-</sup> (tanto homocigóticos como heterocigóticos) se reduce hasta un 8%. Se cree que el gen RN<sup>-</sup> aumenta el contenido en glucógeno de los músculos, particularmente aquellos con un gran contenido en fibras blancas glucolíticas, mientras que los músculos más rojos se ven escasamente afectados. El gen además origina valores de pH finales más bajos,

provocando mayores pérdidas por goteo y una carne más pálida, y una menor porción de proteínas musculares. Puede haber también efectos sobre la calidad sensorial y la composición de la canal, aunque esto no está del todo claro. El hecho de que tengan menores valores de pH final explica que se haya usado el término “carne acida”, y su asociación con la raza Hampshire, que se le haya llamado el “efecto Hampshire (Warris, 2003).

C. **Gen HIMF:** El alelo que aumenta este hecho ha sido bautizado HIMF (High Intramuscular Fat) y es homocigoto recesivo. El papel potencial de la grasa intramuscular (de vetado) contribuyendo a la jugosidad y a la ternura se ha mencionado con anterioridad. Varios estudios sugieren que bajos niveles de grasa intramuscular reducen la calidad sensorial de la carne, mientras que por el contrario, niveles altos son beneficiosos. La mejora en la ternura podría estar causada porque la grasa blanda “diluye” el efecto de los elementos miofibrilares, más duros, reduciendo de esta manera la fuerza al corte, o porque la grasa reduzca la “rigidez” de la estructura muscular, o bien porque pueda permitir que los fascículos de fibras se separen unos de otros más fácilmente (Wood,1995).

La mejora en la jugosidad puede estar fundamentada en que la grasa promueve la secreción de saliva en la boca y porque causa de las reacciones de la grasa durante el cocinado se puede producir un mejor flavor. Un buen ejemplo de esta relación entre el contenido en grasa y la calidad para el consumo (Bejerholm y Barton-Gade,1986).

**Tabla 12.** Efectos del contenido graso de la calidad sensorial <sup>a</sup> de la carne de cerdo

Media del % de grasa intramuscular	Puntuación de ternura	Puntuación de flavor	Puntuación de aceptabilidad general	Fuerza de corte	% de muestras con calidad aceptable o mejor
<b>0.86</b>	0.6	0.8	0	100	71
<b>1.24</b>	1.7	1.6	1.2	86	87
<b>1.73</b>	1.9	1.7	1.4	78	89
<b>2.37</b>	2.2	1.9	1.9	79	97
<b>2.76</b>	2.7	2.5	2.3	76	100
<b>3.94</b>	2.7	2.3	2.3	69	100

<sup>a</sup>Medido utilizando una escala hedónica de 11 puntos en la que +5 era ideal, 0 era ni buena ni mala y -5 era mala.

Fuente: Bejerholm y Barton – Gade, 1986.

El incremento en los niveles de grasa producida un aumento de la ternura, el flavor y la aceptabilidad global. Las muestras juzgadas con una calidad sensorial aceptable o mejor que aceptable. Sin embargo, globalmente, la mejora de la calidad fue relativamente pequeña cuando el nivel de grasa intramuscular superaba el 2%. También se advirtió que niveles elevados de grasa intramuscular mejoraban la calidad para el consumo de la carne de cerdo PSE, aunque las puntuaciones globales del panel fueron menores que para la carne de cerdo normal (Pearson, 1989).

**Tabla 13.** *Asociación entre la Textura determinada instrumentalmente y la grasa intramuscular*

<b>Fuerza de Corte Media (Kg)</b>	<b>% Medio de Grasa en el Musculo</b>
<b>5.1</b>	2.4
<b>4.0</b>	3.3
<b>3.6</b>	3.2
<b>3.2</b>	3.4
<b>2.6</b>	3.6

Fuente: DeVol, 1998

Los efectos beneficiosos de la grasa sobre la calidad sensorial de la carne de cerdo se traducen en efectos similares en productos cárnicos picados. De hecho, dado que el rango de engrasamiento puede ser mayor, los efectos son aún más pronunciados, ya que la grasa se añade en niveles hasta el 20%. Las distintas razas de cerdos tienen diferentes cantidades de grasa intramuscular de manera innata (Begoña, 1999).

La relación entre los niveles de grasa intramuscular y la calidad para el consumo indudablemente esta complicada para otros factores, especialmente la influencia de la raza Perse. Este hecho queda de manifiesto en los resultados obtenidos en la comparación de la calidad sensorial de carne de cerdo de un cierto número de razas.

La aceptabilidad global de la carne de las diferentes razas comparadas con la concentración de grasa intramuscular en los músculos se muestra en la (tabla 14).

**Tabla 14.** Efecto de la incorporación de diferentes proporciones de genética Duroc sobre el contenido en grasa intramuscular y sobre la calidad para el consumo de carne de cerdo fresca de hembras y verracos alimentados

	Porcentaje de genética Duroc			
	0	25	50	75
<b>Grasa intramuscular (%)</b>	0.70	0.86	1.08	1.27
<b>Terneza <sup>a</sup></b>	5.0	5.0	5.3	5.4
<b>Jugosidad <sup>a</sup></b>	4.1	4.1	4.2	4.4
<b>Flavor a carne de cerdo <sup>a</sup></b>	3.9	4.0	4.0	4.0

<sup>a</sup>puntuaciones del panel de catadores basados en una escala de 1 – 8, siendo 1 extremadamente duro, seco o flavor débil, y 8 extremadamente tierno, jugoso o flavor fuerte.

Fuente: Warris et al. (1990c, 1996).

Aunque la raza Duroc presentaba casi el rango más elevado de calidad para el consumo y la mayor cantidad de grasa intramuscular, la carne de cerdo de mejor calidad provenía de la raza Tamworth, una raza tradicional, y relativamente poco seleccionada, con niveles de grasa de veteado solamente moderados.

La raza Berkshire, otra raza tradicional, tuvo niveles elevados de grasa pero solo una moderada calidad para el consumo. La raza Pierain presento bajos niveles de grasa intramuscular, aunque no tan bajos como la Large White, pero tuvo una calidad para el consumo muy pobre, probablemente hasta cierto punto a causa de la baja CRA que generalmente presenta la carne de esta raza.

Este hecho tiende a provocar carne con una textura seca y una jugosidad disminuida (Warris, 1996).

**Tabla 15.** Niveles de grasa intramuscular y calidad sensorial (aceptabilidad global) de carne procedente de 10 razas de cerdos sacrificados a un peso vivo medio de 62 Kg

Raza	Calidad sensorial <sup>a</sup>	% de grasa en el musculo <sup>b</sup>
<b>Pietrain</b>	1.60	1.2
<b>Gloucester Old Spots</b>	1.67	1.3
<b>Landrace</b>	1.71	1.4
<b>Berkshire</b>	1.90	2.1
<b>Large White</b>	1.91	0.9
<b>Large Black</b>	2.01	1.6
<b>Saddleback</b>	2.10	1.4
<b>Hampshire</b>	2.51	1.3
<b>Duroc</b>	2.56	2.2
<b>Tamworth</b>	2.81	1.5

<sup>a</sup>Puntuación del panel de cata de aceptabilidad global basadas en una escala desde -7 a +7, puntuaciones más altas indicando mejor calidad.

<sup>b</sup> extraíble con éter dietílico

Fuente: Warris, 1990.

#### 5.4. Inspección sanitaria de los canales de porcino

La inspección sanitaria en un canal de puerco se inicia con la revisión de las vísceras abdominales y toraxicas, donde se podrá detectar todo tipo de anomalías como absesos, algún infarto ganglionar, parásitos o lesiones en el hígado, pulmón, cisticercosis, metritis. Una vez que el animal está depilado, eviscerado y limpio la canal estará lista para su inspección final. Esta se efectúa haciendo uno o varios cortes (a criterio del inspector sanitario) en los músculos de la paleta o antebrazo, en busca de la fase larvaria de la **Tenia solium**, cisticerco que se aloja en los músculos psoas y músculos maseteros de la cabeza. Las alteraciones que se encuentren en la canal deberán examinarse para determinar su importancia, en relación con su carácter local o generalizado.

De acuerdo con el dictamen, se procederá a retirar de la canal las partes afectadas, o bien, se hará el decomiso completo de la misma, por considerarse inadecuada para el consumo humano. La inspección sanitaria comprende la evaluación del estado del animal y sus partes o componentes antes y después del beneficio, de las condiciones higiénicas y

de manejo adecuado de las instalaciones, equipos, herramientas, pisos, paredes, etc. Y del personal que labora a fin de garantizar la obtención de productos del beneficio en óptimas condiciones de consumo, libre de infecciones, enfermedades o parásitos (DeVol, 1998).

a) **Producto rechazado:** El animal así marcado significa que ha sido inspeccionado y encontrado en una condición que exige la condenación total de su cuerpo.

b) **Producto sospechoso:** El animal que se supone adolece de alguna enfermedad o condición que pudiera requerir su condenación parcial o total y está sujeto a un examen subsiguiente por el inspector veterinario quien determina su destino final.

c) **Producto retenido:** Los cuerpos, carcasas, vísceras o despojo así marcado y retenidos para su inspección posterior.

d) **Productos inspeccionados y condenado:** La carcasa, sus partes, despojos, vísceras, etc. Así marcados significa que son malas e inadecuadas para servir de alimento humano. Es importante mantener buena salud en los animales para lograr obtener carnes de buena calidad. Las enfermedades presentan una serie de manifestaciones patológicas muy variables (síntomas), estas pueden variar desde la intranquilidad, tristeza, falta de apetito, crecimiento deficiente, etc.

Por lo tanto una constante observación y un buen control preventivo permiten evitar pérdidas parciales o completas, para lo cual es importante conocer e iniciar un buen tratamiento con veterinarios que logren recuperar la salud del animal. Las enfermedades más peligrosas en el ganado porcino son la aftosa, caracterizada por la presencia de ampollas en la boca del animal y fiebre y el cólera porcino, que se caracteriza por presentar fiebre, falta de apetito, debilidad, escalofríos y vómitos. Lamentablemente, a pesar de numerosos esfuerzos de la asociación peruana de porcicultores, estas enfermedades no han sido erradicadas totalmente, por lo que la carne de cerdo no puede ser exportada (DeVol, 1998; Cabrero, 1991g).

## VI. CONCLUSIONES

Según los sistemas de producción se debe realizar la crianza de cerdos Yorkshire por su aptitud materna y Hampshire y Duroc por su crecimiento rápido y su mayor proporción de carcasa,

La calidad de la carne de cerdo se ve afectada por múltiples factores a lo largo de la cadena cárnica. La alimentación juega un papel determinante en ciertos atributos de calidad, pero en la mayoría de casos se debe considerar su interrelación con otros aspectos del proceso productivo: genética, manejo y sacrificio. Es vital la comprensión de los mecanismos fisiológicos involucrados en cada atributo para desarrollar estrategias prácticas que permitan maximizar la calidad.

Para poder mejorar la calidad en la carne de cerdo se debe realizar las inspecciones sanitarias ante mortem y post mortem para determinar si el producto es apto para su beneficio o rechazado para su comercialización.

Las estrategias de mejora genética en animales procedentes de razas Duroc, Hampshire por su mayor calidad encarne, células musculares de menor tamaño, mayor número de fibras de contracción lenta y mejor adaptadas al estrés por lo cual se podrá obtener mejora en la calidad de la carne de cerdo.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Adams, M., (2003). *Microbiología de los Alimentos*. Acribia.España.
- Alarcón, A., et al. (2005). Efecto de las variables críticas del sacrificio sobre las propiedades fisicoquímicas de la carne de cerdo. *Tecnica Pecuaria Mexicana*, 44, 53-66.
- Alarcón, A., et. al. (2006). Efecto de las variables críticas del sacrificio sobre las propiedades fisicoquímicas de la carne de cerdo. *Tecnica Pecuaria Mexicana*, 44, 53-66.
- Alvarado, C. (2003). Productos cárnicos con valor agregado. Quinto Simposio Internacional de Procesamiento de cerdos y Calidad de Productos. Asociacion Nacional de Especialista en Ciencias Avicolas de Mexico y la Universidad de Texas A&M Leon Guanajuato.
- Álvarez, I., et. al. (2005). Metodología para el análisis de la vitamina E en la carne. En: Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto en los rumiantes. Ed. Instituto de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. Madrid. pp. 313-321.
- Begoña, M. (1999). Efecto de la raza y la Alimentación en los parámetros productivos y de Calidad de Canal y de carne y añajos de razas Charolés y Serrana Soriana. Tesis Doctoral. Universidad de Valladolid. España.
- Bejerholm, C., Barton-Gade, P. (1986). Effect of intramuscular fat level on eating quality of pig meat. In: Proceedings of the 32nd European Meeting of MeatResearch Workers: 389-391.
- Benitez, W., Sánchez, M. (2001) Los cerdos locales en los sistemas tradicionales de produccion (Spanish); En: Estudio FAO: Produccion ySanidad Animal (FAO), / FAO, Rome (Italy). Direccion de Producción y Sanidad Animal, 2001, 211 p.; Accessión No: 410305; Documenttype: HANDBOOK, Job No: Y2292, ISBN 92-5-304654-6, Call No: S238 35 SP.ED (LIB).
- Berg, R., Butterfield, R. (1976). New concepts of cattle growth. Ed. Sidney Univ. Press. Australia.
- Buxadè, C. (1995). *Porcinocultura Intensiva*. Ediciones Mundi Prensa. España.
- Brent, G. (1994). *Producción Porcina*. Manual Moderno S.A. México D.F.



- Butterfield, R. (1988). *New Concepts of Sheep Growth*. Sidney University Press. Sidney. 168 pp.
- Cabrero, P. (1991). La estructura y la composición de la canal como determinantes de su calidad. *Bovis*, **38**, 9 -37.
- Carballo, B., López DE Torre, G., Madrid, A. (2001). *Tecnología de la carne y de los productos cárnicos*. AMV ediciones. Primera edición. ISBN 84-89922– 52 -7. pp.
- Carbonell, M., (1967). *El Cerdo y su Alimentación Nacional*. España. Síntesis.
- Cava, R., et.al. (1999) Influence of finishing diet on fatty acid profiles of intramuscular lipids, triglycerides and phospholipids in muscles of the Iberian pig. *MeatScience*, **45**, 263-270.
- Cava, R., et. al. (1999). Influencia de la alimentación sobre el perfil de ácidos grasos. En: I Jornadas sobre el Cerdo Ibérico y sus productos. Ed. Estación Tecnológica de la Carne de Castilla y León. Salamanca-Guijuelo. 22-25 junio 1999. pp. 126-134. Salamanca.
- CHang, J., Lunt, D. K., Smith, S. B. (1992). Fatty acid composition and fatty acid elongase and stearyl-CoA desaturase activities in tissues of steers fed high oleate sunflower seed. *Journal of Nutrition*, **122**, 2074.
- Channon, H., Payne, A., Warner, R. (2000). Halothane genotype, pre-slaughter handling and stunning method all influence pork quality. *Meat Science*, **56**, 291 299.
- Channon, H., Payne, A., Warner, R. (2003). Effect of stun duration and current level applied during head to back and head only electrical stunning of pigs on pork quality compared with pigs stunned with CO<sub>2</sub>. *MeatScience*, **65**, 1325–1333
- Chou, L. (2006). Caracterización de sistemas productivos pecuarios de villas rurales de Tumbes. Tesis para optar el Título de Médico Veterinario. Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima – Perú. Pp 61.
- Collazos, C., Alvistur, E., Vasquez, J. (1996). *Tablas peruanas de composición de alimentos*. Séptima edición. Perú.
- Daza A., Mateos A., et. al. (2006). Effect of feeding system on the growth and carcass characteristics of Iberian pigs, 2 and the use of ultrasound to estimate yields of joints. *Meat Science*, **72**, 1-8.
- De Pedro, D. (1999). Índices de calidad para una clasificación objetiva de canales de Cerdo Ibérico. En: I Jornadas sobre el Cerdo Ibérico y sus productos. Ed. Estación Tecnológica de la Carne de Castilla y León. Salamanca-Guijuelo 22-25 junio 1999. pp. 139-154. Salamanca.

- De Vries, A., Faucitano, L., Sosnicki, A., Plastow, G. (1999). *New developments in guaranteeing the optimal sensory quality of meat*. Ed. F. Toldrá y D. J. Troy. Fundación Vaquero, España. 73-89.
- De Vries, A., Sosnicki, G., Plastow. (2000). Aplicación de nuevas tecnologías para la selección de carne de cerdo de calidad. *Anaporc*, **202**, 19-24.
- Delgado, G., et. al. (2002a). Evolution in the shoulder composition of hairless Mexican pigs throughout the curing and drying processes. *Meat Science*, **61**, 341-346.
- Delgado, G., et. al. (2002b). Fatty acid and triglyceride profiles of intramuscular and subcutaneous fat from fresh and dry-cured hams from Hairless Mexican Pigs. *Meat Science*, **61**, 61-65.
- Delgado, J., et. al. (2004). 'Poblaciones porcinas de Iberoamérica', en: Biodiversidad porcina iberoamericana. Caracterización y usos sustentable. Coord. J.V. Delgado Bermejo. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba. Córdoba, pp. 21-31.
- De Vol, D., et. al. (1988). Variation in composition and palatability traits and relationships between muscle characteristics and palatability in a random sample of pork carcasses. *Journal of Animal Science*, **66**, 385.
- Díaz, C., Iñigo, D., Arias, J. L. (1999). *Calidad de carne de cerdo*, un desafío de competitividad: El caso de la carne PSE. TecnoVet1. Facultad de Ciencias Veterinaria y Pecuaria, Universidad de Chile.
- Eusse, J. (2000). *La carne de cerdo*. Guía práctica para su comercialización. En: Expoferia Porcina. VII Congreso de la Organización Iberoamericana de Porcicultura (O.I.P.) y V Congreso Bianual de la porcicultura venezolana. 4-7 octubre 2000. Maracay, Venezuela. Disponible en: <http://www.sian.info.ve/porcinos/eventos/expoferia/jorge.htm>.
- FAO. (2006). Disponible en: <http://faostat.fao.org/>.
- FAO. (2007). Disponible en: [www.rle.fao.org/bases/alimento7default.html](http://www.rle.fao.org/bases/alimento7default.html)
- FAO/Latinfoods (2005). Mesa redonda FAO/Slan/LATINFOODS sobre la importancia de la composición de los alimentos en la seguridad alimentaria y el comercio.
- Feiner, G. (2006). *Meat Products Handbook. Practical science and technology*. Woodhead Publishing Limited. Abington, Cambridge, Inglaterra.
- Fisher, R. (1947). *Industrias Carnicas*. Acribia. España.
- Fisher, A. et. al. (2003). Growth of carcass components and its relation with conformation in pigs of three types. *Meat Science*, **65**, 639-650.

- Fischer, K., Lindler, J., Judas M., Höreth, R. (2006). Schlachtkörperzusammensetzung und Gewebebeschaffenheit von schweren Schweinen. II. Mitteilung: Merkmale der Fleisch- und Fettqualität. Arch. Tierz. Dummerstorf **49**, 3. pp. 279-292.
- Forrest, J., et.al. (1979). *Fundamentos de Ciencia de la carne*. Editorial Acribia, Zaragoza. pp. 60 – 67, 97- 98.
- Foxd, G. (1998). *Biología del Cerdo*. Acribia. España.
- Franci, O., et.al. (2001). Performances of Italian local breeds. Pig genetic resources in Europe. EEAP publication No **104**, pp. 67-76.
- Frentz, J., Migaud, M. (1976). *La charcuterie cuite. Généralités et techniques actuelles*. Soussana Ed. Vesoul, Francia.
- Fuentes, A., et. al. (1995). *Pubertad en machos porcinos*. I. biometría testicular. Zootecnia Tropical, **13**, 151-162.
- Galián, M. (2007). Características de la canal y calidad de la carne, composición mineral y lipídica del cerdo Chato Murciano y su cruce con Ibérico. Efecto del sistema de manejo, Tesis Doctoral. Universidad de Murcia, España 14-09- 2007.
- García, C., et. al. (1991). Volatile components of dry cured Iberian ham. Food Chemistry, **41**, 23-32.
- García, M. (1992). *Producción de carne porcina*. En: Manual práctico de la carne. Capitulo 1. Ed. Martin & Macias.
- Garrido, M. D., Bañón, S., Álvarez, D. (2005). Medida del pH. En: Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) Ed. Cañeque V. y Sañudo C. pp. 206-215. INIA.
- Guerrero, H. (1997). *Manual de sacrificio e industrialización del cerdo*. Trillas. Mexico.
- Gispert, M. y Diestre, A. (1999). En: Jornada técnica: factores que afectan la eficiencia productiva y la calidad en el porcino Ed. IRTA, Vic, Barcelona.
- Gómez, M. (1974). *Beef Production from a concentrate diet fed indoors relative to production on pasture*. M. Agr. Sci. Thesis, University of Cork.
- Gómez, M. (2004). *Situación Actual y Descripción del Porcino Criollo Peruano. Biodiversidad Porcina Iberoamérica: Caracterización y uso sustentable*. Universidad de Córdoba. 1º Ed. 334 pp.
- Harris, D. (1982). Measurement and description of lamb carcasses. En el simposio: Producing lamb carcasses to meet particular market requirements. Proceedings of the Australian Society of Animal Production, **14**, 50-52.

- Hayes, P.R. (1993). Capítulo 3. *Deterioro alimenticio*. En: *Microbiología e higiene de los alimentos*(pp. 73-81; 84-88). Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España.
- Heinz, G. (1985). *Higiene y tecnología de la producción cárnica* (II). *Fleischwirtschaftespañol*, **2**, 35-41.
- Honikel, K. (1998). Reference Methods for the assessment of physical characteristics of meat. *MeatScience*, **49**, 447-457.
- Hoogenkamp, H. (2003). *La carne porcina permite un mayor procesado*. Profesional. Vol 21, pag. 10-12.
- Hornsey, H. C. (1956). The colour of cooked curded pork estimation of the nitric-oxide heampigmentsa. *Journal of Science and Food Agriculture*, **7**, 534-540.
- Hoving-Bolink, A. et. al. (1998). *Effect of dietary vitamin E supplementation on pork quality*, *Meat Science*, **49**, 205 - 212.
- Hurtado, E., González, C., LY, J. (2004). *Estudio morfológico del cerdo criollo del estado Apure, Venezuela*. *Zootecnia Tropical*, **23**, 17-26.
- Hui, Y., Guerrero, L. (2006). *Ciencia y tecnología de carnes*. Limusa. Mexico.
- III CENSO NACIONAL AGROPECUARIO. (2004). Disponible en: <http://www.sica.gov.ec/censo/index.htm>. Visitado el 24 de noviembre 2014
- III Censo Agropecuario Instituto Nacional De Estadistica E Informatica INEI-. (1994). Población de Ganado Porcino, por clases y razas. [ Online ] Disponible en: [www.inei.gov.pe](http://www.inei.gov.pe). Visitado el 20 de noviembre del 2014
- Instituto Nacional De Investigaciones Agropecuarias (INIA). (2000). Evaluación de raciones en el crecimiento y engorde de porcinos criollos. Disponible en: <http://www.inia.gob.pe/webinia/EditaExperimento.asp?wcodigoex=048&ánodo=pV&Wcodproyecto=42&wanho=2000>.
- Instituto Nacional De Estadistica E Informatica. (INEI). (2006). Clasificación Nacional de las Actividades Económicas del Perú. Cla NAE PERU (segundo documento preliminar). Dirección Nacional de Cuentas Nacionales. Lima.
- Instituto Nacional De Estadistica E Informatica. (INEI). (2005). Disponible en: <http://www.agroica.gob.pe/Doc/diagnostico.pdf>.
- Johnson, E., Butterfield, R., Pryor, W. (1972). *Studies of fat distribution in the bovine carcass*. I. The partition of fatty tissues between breeds. *Livestock Production Science*, **7**, 361- 372.

- Joo, S.T., Kauffman, R. G., Kim, B. C., Kim. (1995). *The relationship between color and WHC in post rigor porcine*. L.M.J. Muscle foods, **6**, 211.
- Joo, S., Lee, J., Ha, Y., Park, G. (2002). *Effects of dietary conjugated linoleic acid on fatty acid composition, lipid oxidation, color and water-holding capacity of pork loin*. Journal Animal Science, **80**, 108-112.
- Judge, M., Aberle, E., Forrest, J., Hedrick, H. B., Merkel, R. (1989). Principles of meat science. Second edition. Kendall / Hunt Pub. Co. Dubuque, Iowa. pp. 271.
- Kaufmann, R. (1973). Effects of Breed and Age Classification on live weight and carcass traits of steers
- Keeton, J. (2001). Formed and emulsion products in poultry processing. Chapter 12. By sam. USA.
- Kempster, A. (1989). Carcass and meat quality research to meet market needs. Animal Production, **48**, 483 – 496.
- Kirton, A. (1989). Principles of classification and grading. Meat Production and Processing. Bew Zealand Society of animal Production. Occasional publication n° 11. Ed. Purchas, Butler- Hogg and Davis.
- LaTorre, M., et. al. (2003). Effect of sex and terminal sire genotype on performance, carcass characteristics, and meat quality of pigs slaughtered at 117 kg body weight. MeatScience, **65**, 1369-1377.
- LaTorre, et. al. (2004). The effects of gender and slaughter weight on the growth performance, carcass traits, and meat quality characteristics of heavy pigs. Journal of AnimalScience, **82**, 526-533.
- Lawrie, R.(1998). Glucólisis post mortem En: Ciencia de la carne. Ed Acribia S. A. Zaragoza. España. 77-79 pp.
- Lawrie, R. (1991). MeatScience. 5th edition, Pergamon Press, Oxford.
- Lebret, B., Mourot, J. (1998). Caractéristiques et qualité des tissus adipeux chez le porc. Facteurs de variation non génétiques. INRA. ProductionAnimal, **11**, 131-143.
- López De Torre, G., Carballo, B., Madrid, A. (2001). Tecnología de la carne y de los productos cárnicos. 1ª edición. AMV ediciones. Mundi Prensa. Madrid, España.
- Marcos, D. (1989). Estudio y clasificación de los productos cárnicos tratados por el calor. Editorial Ayala. Madrid, España.
- Mata, L., et. al. (2001). ‘LatinAmerica’, in: ClimateChange 2001:Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Eds. McCarthy et al. Cambridge, Cambridge University Press, pp. 693-734.

- Méndez, J. (1986). Fisiología de la reproducción porcina. Trillas. Mexico.
- Méndez, R., Becerril, M., Rubio, M., Delgado, E. (2002). Características de la canal del cerdo Pelón Mexicano, procedente de Mizantla, Veracruz, México. *Veterinaria Mexicana*, **33**, 27-37.
- Mendoza, R. (2002). Crianza y comercialización de cerdos. Ripalme. Peru.
- Møller, A. (1980). Analysis of Warner-Bratzler shear force pattern with regard to miofibrillar and connective tissue components of tenderness. *Meat Science*, **5**, 247-260
- Møller, A., et. al. (2005). Danish Food Composition Databank, revision 6.0. Food Informatics, Institute of Food Safety and Nutrition, Danish Institute for Food and Veterinary Research. In: <http://www.foodcomp.dk/>.
- Morales. I., et. al. (2002). Relación entre la ingesta de ácidos grasos, la oxidación de substratos energéticos y la respuesta insulínica *Revista Chilena de Nutrición*, **30** (1).
- Olivera, E., Nuñez, E. (2005). Participación de la mujer en la reactivación de la crianza de cerdos en comunidades campesinas alto-andinas, Disponible en: [www.fidamerica.cl/actividades/conferencias/teindice/te2p17.htm](http://www.fidamerica.cl/actividades/conferencias/teindice/te2p17.htm).
- Ordoñez, J. A., et. al. (1998). Cambios post mortem del músculo En: *Tecnología de los alimentos. Vol II. Alimentos de origen animal*. Ed. Síntesis S.A. Madrid. pp. 170-184.
- Otto, G., et. al. (2004). Comparison of different methods for determination of drip loss and their relationships to meat quality and carcass characteristics in pigs. *Meat Science*, **68**, 401-409.
- Owens, M. (2001). Coated poultry products in poultryn processing. Chapter 13. By sam. USA.
- Pearson, A., Young, R. (1989). Composition and structure. In *Muscle and Meat Biochemistry*. Cap 1. pp 1-33.
- Pla-Torres, M. (2005). Determinación de la textura. En: *Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa)*. Editado por Cañeque V. y Sañudo C. pp. 243-250. INIA.
- Portal Agrario – Ministerio De Agricultura De La República Del Perú. 2001. Encontrado en: <http://www.minag.gog.pe/pecuaria/index.shtml> el 15 Marzo del 2001.
- Portal Agrario – Ministerio De Agricultura De La República Del Perú. 2005. Encontrado en: <http://www.minag.gog.pe/pecuaria/index.shtml> el 15 de noviembre del 2005.

- Portal Agrario – Ministerio De Agricultura De La República Del Perú. 2006. Encontrado en: <http://www.minag.gog.pe/pecuaria/index.shtml> el 15 de Julio del 2006.
- Poto, A. (2003). Estudio de la calidad de la canal y de la carne del cerdo Chato Murciano. Tesis Doctoral, Facultad de Veterinaria, Universidad de Murcia, España.
- Preston, T., Willis, M. (1974). Intensive Beef Production. Pergamon Press, Oxford.
- Preston, R. (2005). Ventajas de los animales pequeños. Revista de agro ecología - Asociación ecológica, Tecnología y cultura de los Andes. Vol 21 N°3, Lima, Perú.
- Privanto, R., Jonson, E., Taylor, D. (1992). The use of subcutaneous fat thickness to predict muscle and fat in grass-fed and grain-fed domestic beef carcasses. Proceedings of the Australian Society of Animal Production, **19**, 88.
- Ramírez, A. (2003). Determinantes en la calidad e inocuidad de la carne de cerdo. IV congreso internacional de Seguridad Alimentaría, Inocuidad y Calidad. Guadalajara, Jalisco, México
- Ramírez, J. (2004). Características bioquímicas del músculo, calidad de la carne y grasa de conejos seleccionados por velocidad de crecimiento. Tesis Doctorado. Fac. Veterinaria. Univ. Barcelona. España
- Rosenvold, K., Andersen, H. (2003). Factors of significance for pork quality – a review. Meat Science, **64**, 219-237.
- Ruiz, H. (1996) Headspace solid phase microextraction for the analysis of volatiles in a meat product: dry cured Iberian ham. J. Agric. Food Chem., **46**: 4688-4694.
- Sánchez, G. (1999). Ciencia básica de la carne. 1ª edición. Editorial Guadalupe Ltda., Santa Fe de Bogotá.
- Santos, E. (2001). Caracterización, tipificación y conservación de la morcilla de Burgos. Tesis de doctorado para la obtención del título de Doctor en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Departamento de Biotecnología y Ciencia de los Alimentos, Universidad de Burgos, Burgos, España.
- Sanz, M., Verde, M., Sáez, T., Fernández, A. (1996). Estrés pre sacrificio y aparición de carnes oscuras en terneros. Medicinaveterinaria, **13**, 554- 559
- Smith, D. R. (1999). Dietary modification for altering fat composition of meat. In: Fats and cholesterol reduced foods. Eds. C. Haberstroh, C.E. Morris C. E. Porfolio Publishing. Texas, USA.
- Sociedad Nacional De Industrias. (1995). Proyecto de normas técnicas de productos cárnicos. Lima, Perú.

- Swatland, H. (1991). Estructura y desarrollo de los animales de abasto. Editorial Acribia, Zaragoza. España.
- Swatland, H. (1995). Evaluación de la carne en la cadena de producción. 1ª edición. p.242. Editorial Acribia, Zaragoza.
- Szczesniak, A. S. (1995). Texture profile Analysis Methodology Interpretation clarified. *Journal of Food Science*, **60**, 1120-1122.
- Tibau, J., et. al. (1997). Incidencia de factores genéticos y de comportamiento en la eficiencia del crecimiento, la composición y la calidad de la canal y de la carne en distintas razas porcinas. *Anaporc*, **171**, 74-91.
- Torres, E. et. al. (1994). Parameters determining the quality of Charqui, an intermediate moisture meat product. *MeatScience*, **38**, 229-234.
- Vries, et. al. (2000). Carne y Productos Carnicos, Tecnología, Química y Microbiología. Acribia. España.
- Velarde, A., Gispert, M., Y Diestre, A. (1999). Sistemas de aturdimiento en porcino: efectos sobre el bienestar animal y la calidad del producto final. *Eurocarne*, **76**, 55-60.
- Warner, R., Kauffman, R., Rossell, R. (1993). Quality attributes of mayor porcine muscle: a comparison with the Longissimuslumbarum. *Meat Science*, **32**, 139- 147.
- Warris, P. (2000). *Meat Science: An introductory text*. CABI Publishing. New York, USA.
- Warris, P. (2003). *Ciencia de la carne*. Acribia. España.
- Wood, J. (1995). Factors affecting carcass composition. *Span*, **26**, 29-32.
- Wood, J. et. al (2003). Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Science*, **66**, 21-32.
- Zea, J. (1978). Utilización de forrajes en la alimentación intensiva para la producción de añojos de Raza Rubia Gallega. *INIA*, **10**.