

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL



Descripción de factores que influyen en la calidad de la carne de cerdos
para el abasto en la fase antemortem

Por:

YESENIA MAGALI RUIZ JORGE

Monografía

**Presentado como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Saltillo, Coahuila, México

Noviembre 2020

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

Descripción de factores que influyen en la calidad de la carne de cerdos
para el abasto en la fase antemortem

Por:

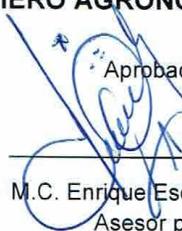
YESENIA MAGALI RUIZ JORGE

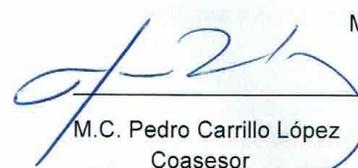
MONOGRAFÍA

**QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

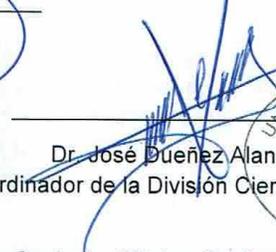
INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Aprobada por:


M.C. Enrique Esquivel Gutiérrez
Asesor principal


M.C. Pedro Carrillo López
Coasesor


Ing. Ricardo Deyta Monjaras
Coasesor


Dr. José Dueñez Alanís
Coordinador de la División Ciencia Animal

Saltillo, Coahuila, México. Noviembre del 2020



AGRADECIMIENTOS

A **Dios** por haberme dado vida e inteligencia para poder alcanzar uno de mis grandes sueños, además de otorgarme la capacidad de poder seguir adelante a pesar de los obstáculos que se me han presentado.

A mi **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** por brindarme la oportunidad de pertenecer a esta gran familia que conforma la UAAAN.

A mi asesor al **M.C. Enrique Esquivel Gutiérrez**, por el gran apoyo brindado en la revisión de este trabajo, sin duda alguna usted fue un gran apoyo durante todo este tiempo para poder alcanzar esta meta.

A mis coasesores al **M. C. Pedro Carrillo López** y al **Ing. Ricardo Deyta Monjaras** por haber dedicado su tiempo en la revisión y las sugerencias brindadas para que la investigación realizada haya cumplido con el objetivo.

A **mis maestros**, por todo el conocimiento compartido durante los años de mi formación.

A **mis abuelos** y demás **familia** que de una u otra manera contribuyeron para alcanzar mi meta.

A mi amiga **Dulce Moreno**, por todo el apoyo brindado durante todos estos años, su amistad ha sido de gran ayuda para poder llevar a cabo la culminación de este proyecto. Y a mis amigas **Sarita** y **Yazmín** que también me han brindado su apoyo en todo momento. Y por los momentos que convivimos dentro y fuera de la escuela agradezco a mis demás amigos.

DEDICATORIA

A mis padres:

Daudilia Jorge Márquez y Pedro Ruiz Sántis. A ustedes dos por todo su amor, comprensión, esfuerzos y sacrificios realizados para que yo pueda cumplir mis sueños. Sin ustedes no habría podido alcanzar una de mis más grandes metas. Madre querida tú siempre me repetías que la mayor herencia que me podrían dejar como padres es el estudio y la preparación y definitivamente doy gracias por todo eso y más.

A mis hermanos:

Emmanuel, Lolita y Pedro; a ustedes hermanos por sus consejos y cariño brindado, ustedes son gran parte de este proyecto ya que en los momentos difíciles no faltaron los buenos consejos, además de las risas y buenos ratos que se pasan en casa son parte fundamental para que a pesar de las dificultades, siempre se podrá salir adelante en familia.

A mi hijo:

Brandon dedico este trabajo a ti mi niño, por ser el motor principal para poder culminar lo que hace años comencé. A pesar de no poder estar a tu lado en un principio agradezco todo tu cariño, comprensión y amor brindado.

A mi pareja:

José Antonio, tu apoyo ha sido un detonante muy importante para poder culminar éste proyecto con éxito. Gracias por tus consejos y buenos deseos de toda la vida, el tener a mi pareja a un lado mío gritando que sí puedo, es una de las mejores sensaciones y motivaciones que se pueda tener, por eso y mucho más te dedico este trabajo que está lleno de esfuerzo, desvelos, asombros, pero, sobre todo, amor. Y no me queda más el decir que... ¡Una gran aventura nos aguarda!

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
CAPÍTULO I	1
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
Objetivo	3
Justificación	3
CAPÍTULO II	4
REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 El cerdo	4
2.1.1 Origen y evolución	5
2.1.2 Definición	5
2.1.3 Clasificación taxonómica	6
2.1.4 Características	7
2.2 Datos estadísticos	7
2.2.1 Población nacional y mundial del cerdo	8
2.2.2 Producción	12
2.2.3 Consumo de carne per cápita	16
2.2.4 Consumo per cápita en el mundo	17
2.2.5 Consumo per cápita nacional	17
2.3 Principales razas productoras de carne	18
2.3.1 Duroc	19
2.3.2 Hampshire	21
2.3.3 Pietraian	22
2.4 Anatomía y fisiología	23
2.4.1 Sistema esquelético	23
2.4.2 Sistema muscular	24
2.4.3 Aparato digestivo	25
2.4.4 Aparato respiratorio	27
2.4.5 Aparato urinario	28

2.4.6 Aparato reproductor	28
2.4.7 Sistema circulatorio	30
2.4.8 Sistema nervioso	31
2.4.9 Sistema endocrino	32
2.5 El cerdo y su carne.....	33
2.5.1 Composición nutricional de la carne de cerdo	34
2.6 Parámetros de calidad en la carne	38
2.6.1 Color	39
2.6.2 pH	40
2.6.3 Capacidad de retención de agua	41
2.6.4 Grasa intramuscular	42
2.7 Factores que influyen en la calidad de la carne.....	43
2.7.1 Nutricionales	43
2.7.2 Genéticos	44
2.7.2.1 Gen halotano (RYR1)	45
2.7.2.2 Gen napole (Rendimiento Napole o PRKAG3)	46
2.7.3 Aspectos ambientales	47
2.7.4 Manejo técnico antemortem	50
2.7.4.1 Transporte	50
2.7.4.2 Descanso antemortem	52
2.7.4.3 Ayuno	52
2.7.4.4 Aturdimiento	53
2.7.4.4.1 Métodos de aturdimiento para el sacrificio	54
2.7.4.4.1.1 Aturdimiento mecánico	54
2.7.4.4.1.1.1 Pistola de perno cautivo penetrante	55
2.7.4.4.1.1.2 Arma de proyectil libre	55
2.7.4.4.1.1.3 Golpe contundente en la cabeza	55
2.7.4.4.1.2 Aturdimiento eléctrico	56
2.7.4.4.1.2.1 Electronarcosis	56
2.7.4.4.1.2.2 Electrocuci3n	56
2.7.4.4.1.3 Gas (Inhalaci3n de di3xido de carbono)	56
CAPÍTULO III	58
CONCLUSIÓN	58

CAPÍTULO IV	59
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....	59

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2. 1 Número estimado de cabezas de ganado.....	8
Cuadro 2. 2 Producción y consumo de carne de cerdo a nivel mundial (miles de toneladas).....	13
Cuadro 2. 3 Consumo per cápita en kg de carne de cerdo en el mundo 1995-2026.....	17
Cuadro 2. 4 Composición nutricional de las carnes y otras fuentes de alimento por 100g	34
Cuadro 2. 5 Contenido de grasa, calorías y colesterol de algunos alimentos de origen animal.....	35
Cuadro 2. 6 Nutrientes claves que hacen que el cerdo sea un alimento muy nutritivo.	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2. 1 Distribución estimada del ganado porcino.	9
Figura 2. 2 Números de cabezas a nivel nacional.	10
Figura 2. 3 Inventario de número de cabezas a nivel nacional.....	11
Figura 2. 4 Número de cabezas por entidad federativa.	12
Figura 2. 5 Producción mundial de carne de cerdo 2006-2016.	13
Figura 2. 6 Producción de carne de cerdo a nivel nacional.....	14
Figura 2. 7 Producción de carne a nivel nacional por entidad federativa.....	15
Figura 2. 8 Producción de carne de cerdo a nivel nacional por entidad federativa.	16
Figura 2. 9 Consumo per cápita de carne de cerdo en México, real y proyectado 1990-2026.	18

CAPÍTULO I

RESUMEN

Se sabe que la porcicultura en México y en el mundo es una de las producciones pecuarias con mayor dinámica que existe. El cerdo es un animal que fue domesticado desde hace muchos años atrás para el beneficio del hombre, aprovechando en su máximo esplendor todo lo que éste animal nos pueda proveer.

El consumo de carne de cerdo tanto a nivel mundial como nacional ha venido en aumento conforme al paso de los años debido a que el consumidor se ha estado informando de los beneficios que trae este producto. Se han detectado las principales razas de cerdos productoras de carne y existen estudios que se abocan a evaluar su desempeño productivo, eficiencias en ganancias de peso y sobre todo la calidad de su carne. El reto de los productores porcinos es generar eficientemente carne de calidad en sus procesos productivos, pero a su vez conservarla aún y cuando los cerdos finalizados y destinados a sacrificio sean sometidos a diversos manejos antemortem, dado que existe la influencia de factores que pueden generar un efecto sobre la calidad de la carne durante esta fase. De ahí la necesidad de señalar la importancia que se le debe de dar a la influencia de distintos factores como los relacionados con el ambiente, técnicos, genéticos y nutricionales sobre la fase antemortem, con la finalidad de salvaguardar la calidad de la carne de cerdo y que debe llegar hasta el consumidor y representar además mejores ganancias para el productor.

Palabras clave: antemortem, carne de cerdo, calidad de la carne, manejo, sacrificio, factores, parámetros.

INTRODUCCIÓN

La porcicultura es una de las áreas ganaderas más dinámicas que hay en el país, además de poseer distintos sistemas de producción dedicados a la generación de diferentes productos dirigidos al mercado. En México existen distintos tipos de producción, desde empresas muy grandes con altos grados de tecnificación, hasta los pequeños productores (Montero *et al.*, 2015).

Los cerdos pueden contribuir de una manera muy amplia para el desarrollo del subsector pecuario debido a su gran índice de conversión de alimentos, y cabe señalar que en los últimos años el consumo de carne ha ido en aumento (FAO, 2014¹).

Mundialmente la carne roja que mayormente se consume es la del cerdo, dicho producto, durante las últimas décadas obtuvo un fuerte incremento en cuestión de demanda. Esto se debe principalmente a que la economía en los países en desarrollo ha mejorado y con ello ha aumentado el poder adquisitivo para el consumo de carne. Al igual que las aves de corral el cerdo es el subsector pecuario de mayor crecimiento, con un número de animales que alcanzó los mil millones en el año 2015, el doble que en la década de 1970 (FAO, 2016).

El consumidor hoy en día, se preocupa por la calidad y los beneficios que los alimentos que ingiere le proporcionen, ya no solo se interesa en el sabor y en la cantidad de estos (Campion, 2013).

Es por ello que a medida que el consumidor demanda mayor calidad en la carne que consume, mayor es el esfuerzo que el productor realiza para poder satisfacer dichas necesidades, sin embargo, el reto que tiene el productor es mantener la calidad

de la carne en todo momento, principalmente en la fase de manejo que se da a los cerdos finalizados y que son destinados a sacrificio, es decir, desde la movilización de los animales en la granja para la carga, el traslado de los mismos al rastro, movilización dentro de las instalaciones del rastro, así como la aplicación de técnicas de insensibilización o aturdimiento de los cerdos momentos previos al sacrificio, dado a que en cualquiera de estos momentos la fase antemortem se pueden hacer manifiestas las influencias de distintos factores como los de tipo ambiental, técnicos, genéticos y nutricionales sobre la calidad de la carne.

Objetivo

Reunir la información indispensable, que permita dar a conocer la influencia en la fase antemortem de los factores de tipo ambiental, técnicos, genéticos y nutricionales sobre la calidad de la carne de cerdos para el abasto.

Justificación

Derivado de la necesidad de conocer los aspectos más importantes relacionados con el manejo antemortem en cerdos para el abasto, además de poder disponer de la información relacionada con el efecto de algunos factores que influyen en la calidad de su carne, se llevó a cabo la reunión de información de distintos autores y fuentes oficiales para la generación del presente.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 El cerdo

La carne de cerdo es uno de los alimentos que conforma de manera muy importante las dietas tradicionales. En cuanto a consumo, los gustos de los consumidores varían de manera amplia tomando en cuenta que casi todas las partes del cerdo son comestibles.

Al consumir la carne de cerdo el cuerpo del ser humano obtiene grandes beneficios. En primer lugar, la carne de cerdo es muy valiosa debido a que aporta proteína y aminoácidos esenciales que los seres humanos necesitan obtener de fuentes externas, debido a que no los pueden sintetizar.

El cerdo además representa una fuente de micronutrientes y minerales como fósforo, selenio, sodio, zinc, potasio, cobre, hierro y magnesio. Además de proporcionar vitaminas como la B6, B12, tiamina, niacina, riboflavina y ácido pantoténico, que son de gran ayuda para el buen desarrollo tanto para niños y adultos (FAO, 2014²).

2.1.1 Origen y evolución

El cerdo se deriva de dos especies; *Sus Scrofa*, siendo éste el cerdo europeo y *Sus Vittatus*, que es el cerdo salvaje del este y sudeste de Asia. El cerdo original vivió en forma sedentaria alrededor de los pueblos y consecutivamente el hombre lo fue domesticando (Carrero, 2005).

Los primeros cerdos domesticados se situaron en China, 5000 años antes de Cristo (a. C.) (Araque, 2009).

Cuando los europeos llegaron al continente americano no existía el cerdo doméstico en las regiones que ellos colonizaron, en el año 1493 durante el segundo viaje de Cristóbal Colón es que se introduce a América los primeros cerdos Ibéricos, aunque diversos estudios demuestran que los suinos ya existían en América desde unos 500 años a. C. al ser introducidos por asiáticos y escandinavos en uno de sus tantos viajes que éstos realizaron al continente (Montero *et al.*, 2015).

Los primeros cerdos de raza mejorada de origen europeo como Duroc y Poland China procedentes de Estados Unidos, fueron importados entre los años 1884 y 1903, cuando se inauguraron las rutas de ferrocarriles desde la ciudad de México a Ciudad Juárez y a Nuevo Laredo (Montero *et al.*, 2015).

2.1.2 Definición

La Real Academia Española (RAE) define al cerdo como lo siguiente:

Cerdo (De cerda, pelo grueso).

Mamífero artiodáctilo del grupo de los Suidos, que se cría en domesticidad para aprovechar su cuerpo en la alimentación humana y en otros usos. La forma silvestre es el jabalí.

2.1.3 Clasificación taxonómica

Clasificación taxonómica del cerdo (FAO, 2010)

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Clase: Mammalia

Orden: Artiodáctyla

Suborden: Suiforme o Suina

Familia: Suidae

Subfamilia: Suinae

Género: Sus

Especie: (12 especies de cerdos salvajes)

Especie: Sus scrofa (cerdo doméstico)

Subespecie:

Sus scrofa scrofa (África occidental y Europa)

Sus scrofa ussuricus (Norte de Asia y Japón)

Sus scrofa cristatus (Asia menor y la India)

Sus scrofa vittatus (Indonesia)

2.1.4 Características

Según la RAE:

- Cariotipo: 19 pares de cromosomas (el jabalí tiene 18 pares).
- Monogástricos.
- Dieta omnívora.
- Dentición (Incisivos 3/3, Caninos 1/1, Premolares 4/4, Molares 3/3).
- Piel gruesa.
- Perfil de recto a ultracóncavo. Evolucionan con la edad.
- Morro con jeta.
- Puede tener mamas en el cuello.
- Patas cortas.
- Cabeza grande.
- 4 dedos, 2 grandes y 2 pequeños.
- Glándulas sudoríparas carpianas que secretan feromonas.
- De 5 a 9 pares de mamas: torácicas, abdominales e inguinales.
- Número de vértebras variables: 14 a 17 torácicas y de 5 a 7 lumbares.
- Gestación: 3 meses, 3 semanas y 3 días.
- Producción de carne y grasa

2.2 Datos estadísticos

A continuación se presentarán diferentes datos de distintos autores para conocer la población, producción y consumo de carne del cerdo.

2.2.1 Población nacional y mundial del cerdo

De acuerdo a la FAO, (2014), se conoce que las aves de corral han proporcionado carne y huevos, el ganado vacuno, ovejas y cabras han suministrado carne y leche y por parte del cerdo ha sido una fuente de carne. Estas especies son las responsables de contribuir con la mayor fuente de proteína animal para los seres humanos. La carne de cerdo hasta 2014 según la FAO era la carne con mayor consumo, abarcando un 36% de la ingesta mundial de carne, seguida de la carne de aves de corral con 35% y de vacuno con 22%.

Cuadro 2. 1 Número estimado de cabezas de ganado

	1990	2000	2012	% Variación 1990-2012
BOVINOS	1445	1467	1684	16.5
CERDOS	849	856	966	13.8
AVES DE CORRAL	11788	16077	24075	104.2
OVINOS	1795	1811	2165	20.6

Fuente: FAO 2014³

Hay que tener en cuenta que el consumo de carne de diferentes especies animales varía dependiendo de las preferencias culturales y creencias religiosas (FAO, 2014³).

El aumento en el número de cabezas de ganado porcino no está uniformemente distribuido en todos lados, un ejemplo de ello es que Asia ocupa el primer lugar, mientras que en América del Norte y Europa el número de cerdos su crecimiento es más lento o simplemente se mantiene estable. En el continente Africano, el cerdo en los últimos tiempos ha obtenido un crecimiento más rápido, lo que deja ver un aumento en la introducción de la cría del cerdo donde anteriormente “ganado” equivalía a “rumiantes” (FAO, 2014¹).

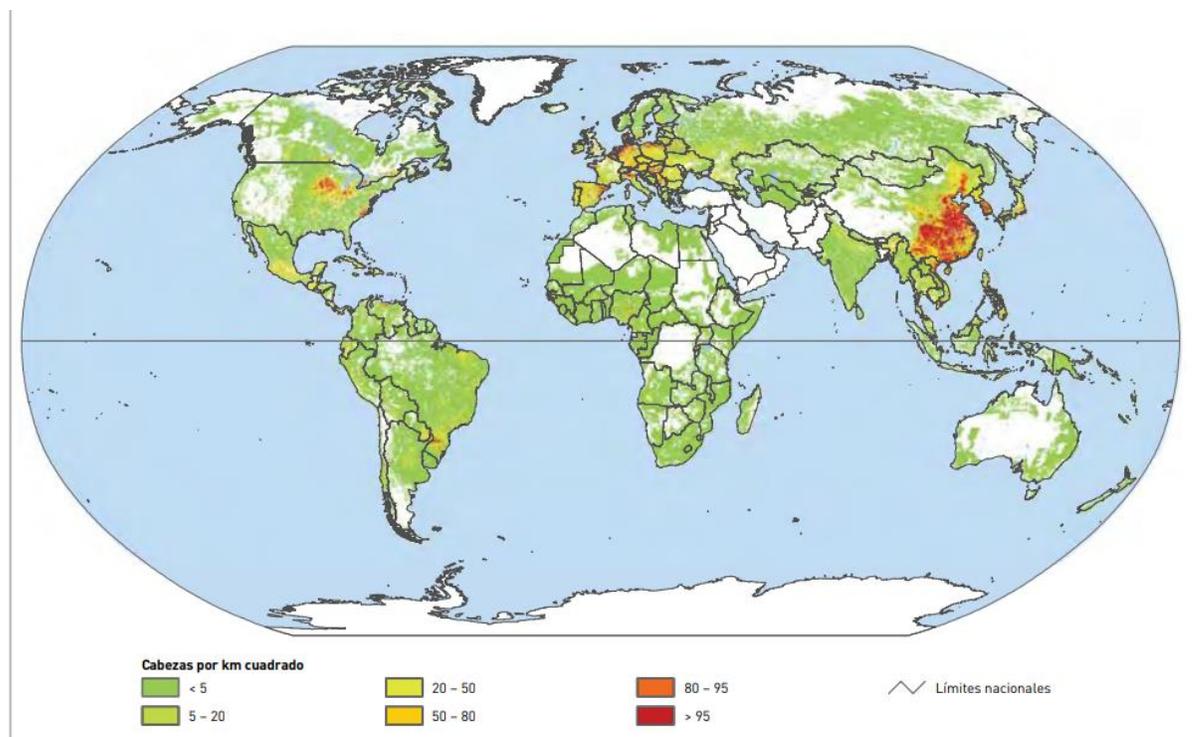


Figura 2. 1 Distribución estimada del ganado porcino.

FAO, 2006

En la siguiente imagen podemos observar el número de cabezas que se presentó del año 2007 al año 2014. Teniendo en cuenta que en el año 2013 obtuvo un mayor número de cabezas a nivel nacional.



Figura 2. 2 Números de cabezas a nivel nacional.

Rojas *et al.*, 2015

De acuerdo a los datos proporcionados por Rojas (2019), del año 2015 al 2017 la variación de número de cabezas únicamente fue de forma ascendente.

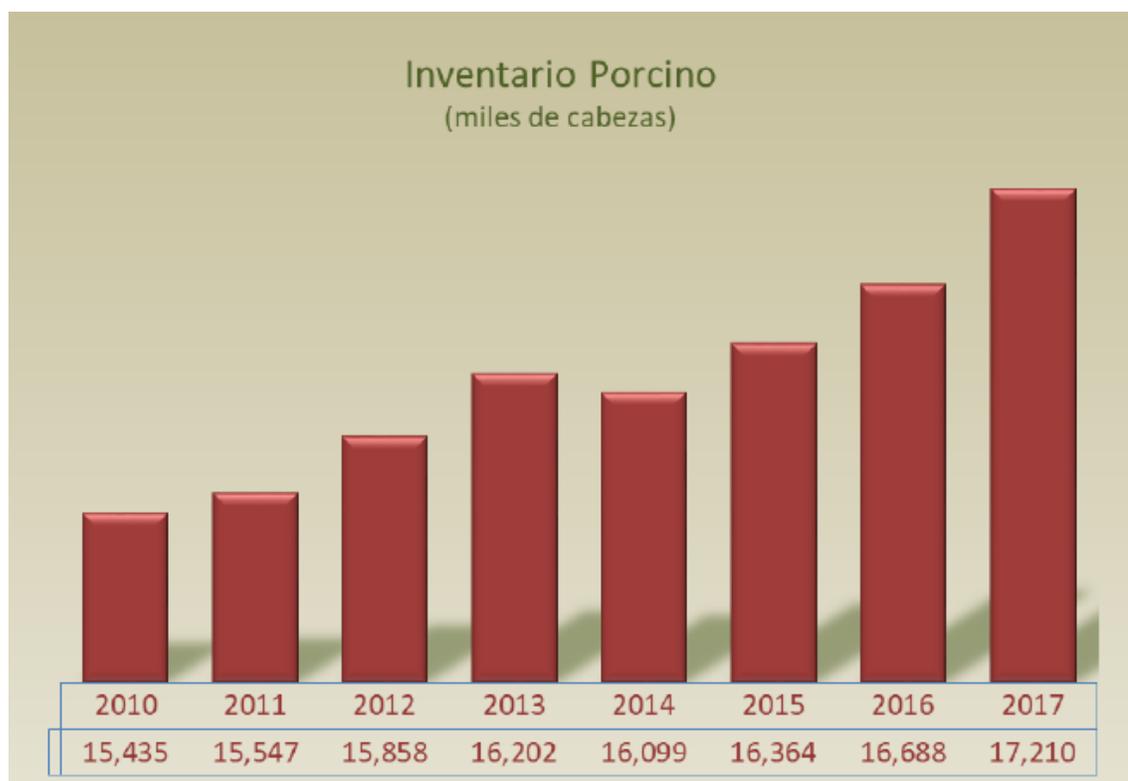


Figura 2. 3 Inventario de número de cabezas a nivel nacional.

Rojas *et al.*, 2019

Como se puede observar en la siguiente imagen, hasta el 2014 el Estado de Jalisco ocupó el primer lugar en cuanto al mayor número de cabezas de ganado porcino existentes a nivel nacional, seguido por el Estado de Sonora.

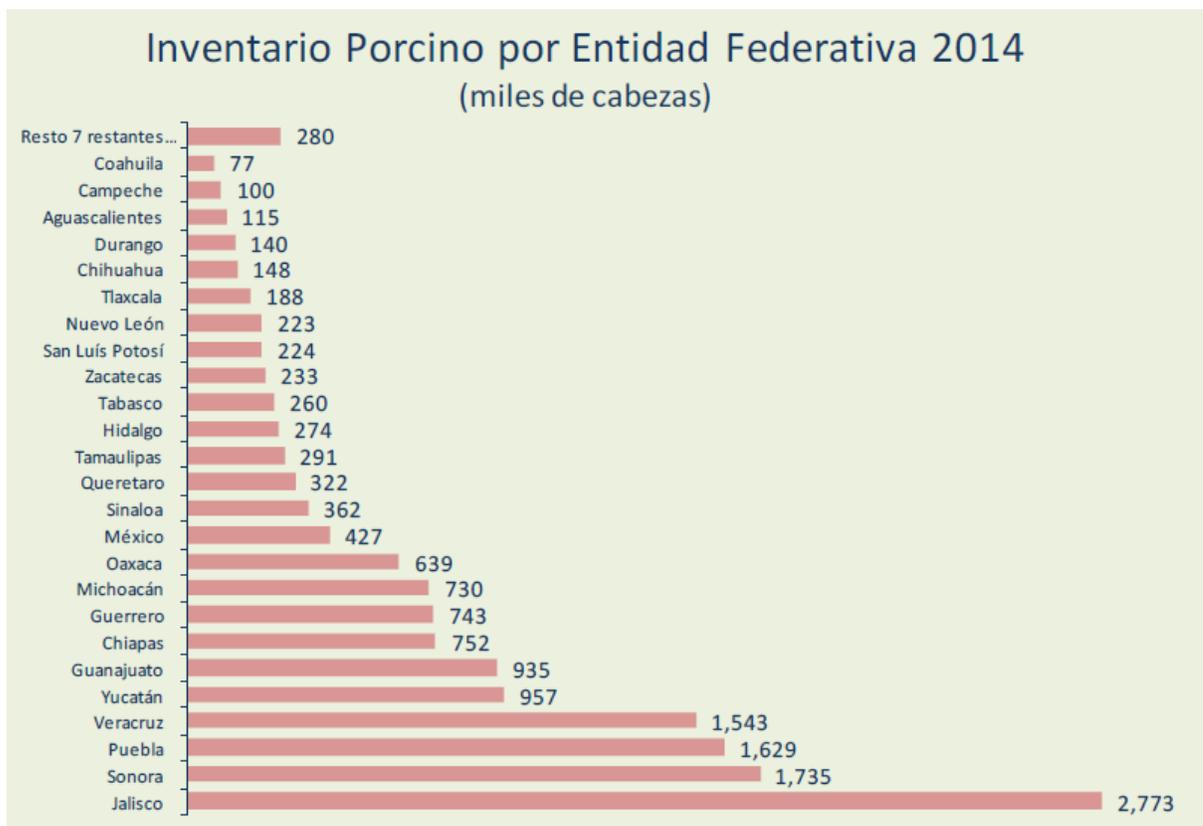


Figura 2. 4 Número de cabezas por entidad federativa.

Rojas *et al.*, 2015

2.2.2 Producción

La producción mundial de carne de cerdo durante los últimos años mantuvo su ascenso debido a que su consumo se mantuvo de igual manera en aumento. Esto debido a que el precio de la carne es accesible.

Cuadro 2. 2 Producción y consumo de carne de cerdo a nivel mundial (miles de toneladas)

Año	2008	2009	2010	2011	2012
Producción	97,826	100,547	102,902	101,662	104,357
Consumo	97,934	100,398	102,684	101,286	103,780

Fuente: Montero *et al.*, 2015

Dentro de los países más importantes en la producción de carne de cerdo se encuentran: China, Unión Europea, Estados Unidos, Brasil, Rusia, Vietnam y Canadá (MAPBA, 2018).

Producción mundial de carne de cerdo, 2006-2016
(Miles de toneladas, equivalente en canal)

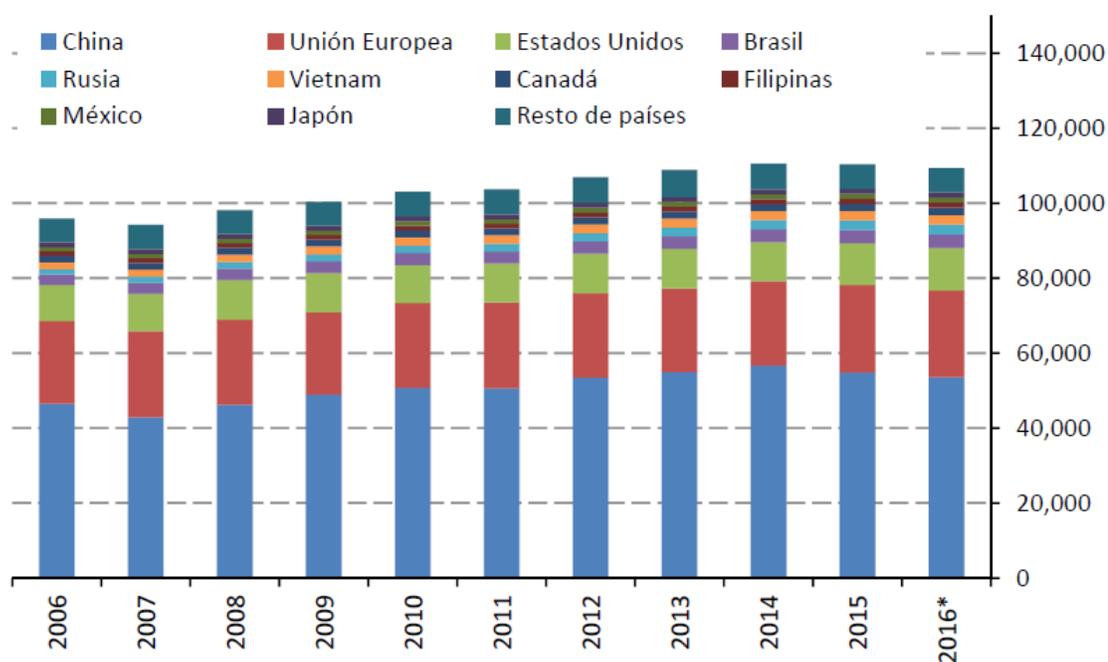


Figura 2. 5 Producción mundial de carne de cerdo 2006-2016.

FIRA, 2016

En México hasta el 2015 la carne de cerdo ocupaba el tercer lugar en la producción nacional después de la carne de pollo y bovino (Montero *et al.*, 2015).

Al paso de los años la producción de carne de cerdo ha aumentado, como se puede observar en la imagen que se presenta a continuación.

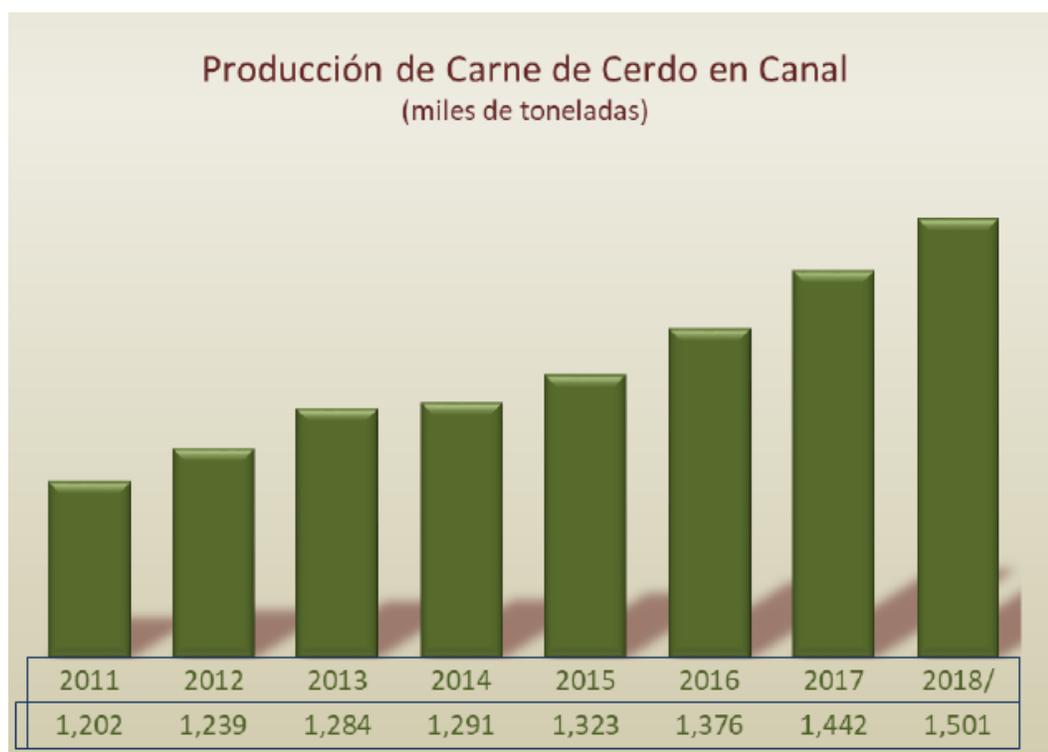


Figura 2. 6 Producción de carne de cerdo a nivel nacional.

Rojas *et al.*, 2019

Jalisco en el 2015 ocupó el primer lugar en la producción de carne de cerdo a nivel nacional seguido por Sonora y Puebla, esto de acuerdo a los datos que Rojas nos proporciona.

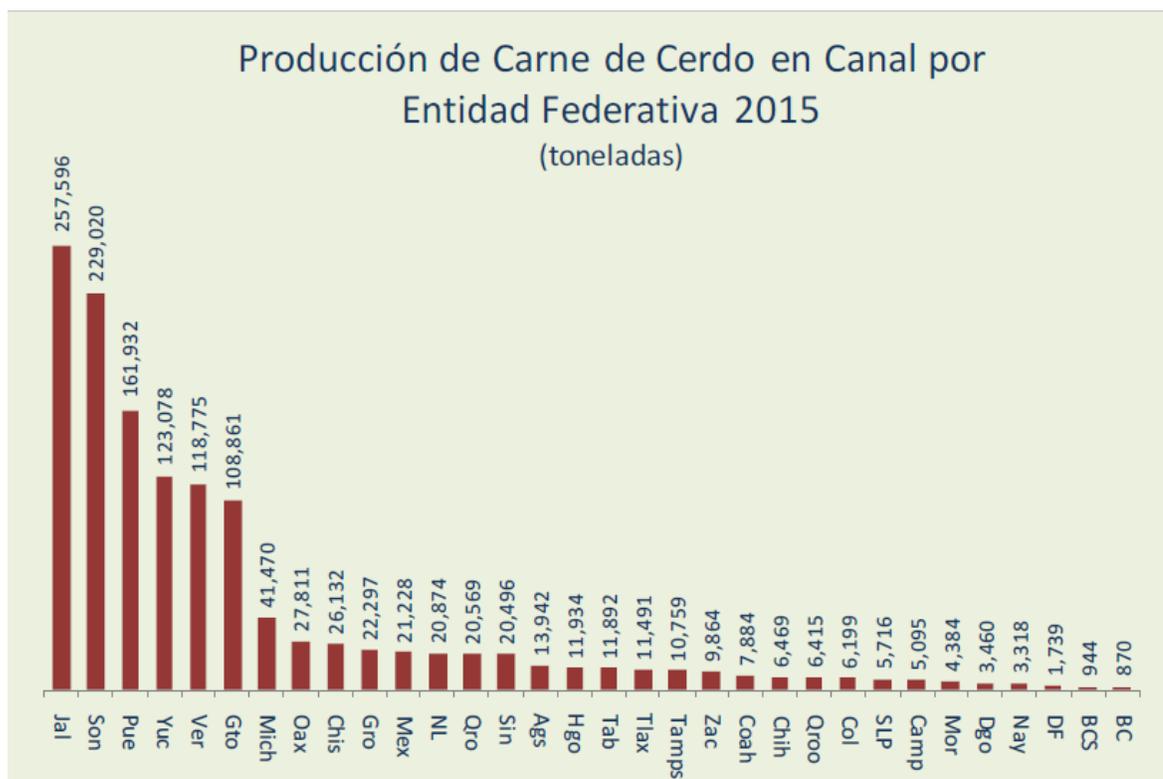


Figura 2. 7 Producción de carne a nivel nacional por entidad federativa.

Rojas *et al.*, 2015

En México, los estados con mayor producción de carne de cerdo fueron: Jalisco, Sonora, Puebla, Veracruz y Guanajuato, con una producción de 20%, 18%, 12%, 9%, 9% y 8% respectivamente. Estos 6 estados representaron casi el 76.3% de la producción total (OCDE, 2019).

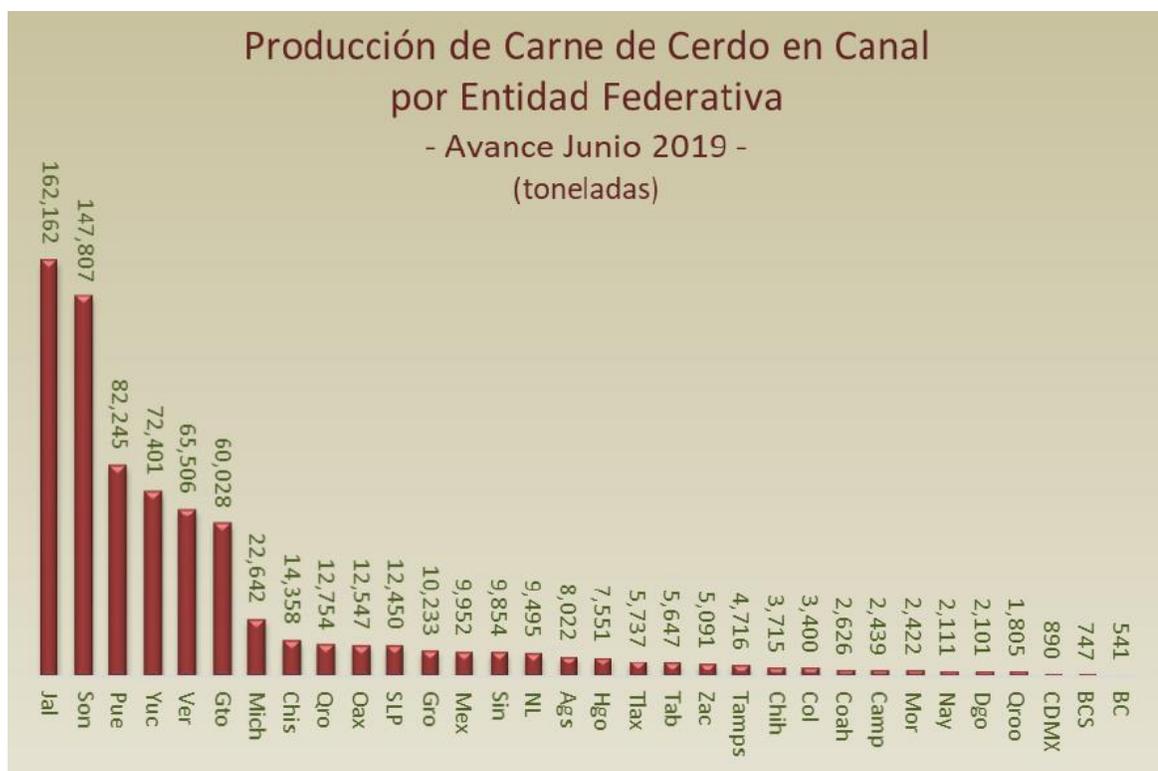


Figura 2. 8 Producción de carne de cerdo a nivel nacional por entidad federativa.

Rojas *et al.*, 2019

2.2.3 Consumo de carne per cápita

La carne puede formar parte de una dieta equilibrada, aportando valiosos nutrientes beneficiosos para la salud. Mientras que el consumo per cápita de carne en algunos países es alto, en los países en desarrollo su consumo se mantenía por debajo

de los 10 kilogramos (kg) y por tal motivo esto lleva a una mala alimentación y deficiencia de nutrientes (FAO, 2014⁴).

2.2.4 Consumo per cápita en el mundo

En el año 2017 se estimó que el consumo per cápita de carne de cerdo en el mundo fue de 34.3 kg. Entre los años 1995 y 2017 el consumo aumentó 24.8%. Se estima que para el año 2026 el consumo per cápita sea de 34.6kg (OCDE, 2019).

Cuadro 2. 3 Consumo per cápita en kg de carne de cerdo en el mundo 1995-2026

	1995	% total	2017*	% total	2026**	% total
Bovino	6.8	24.6%	6.4	18.7%	6.5	18.7%
Porcino	10.6	38.6%	12.2	35.6%	12.1	35.0%
Ovino	1.6	5.8%	1.7	5.0%	1.9	5.4%
Aves	8.5	31.0%	14.0	40.7%	14.1	40.8%
Total	27.5		34.3		34.6	

Fuente: OCDE, 2019

Nota: *Estimado, **Pronosticado

2.2.5 Consumo per cápita nacional

El consumo per cápita a nivel nacional aumentó, desde 1990 al 2016 pasó de 7.2 a 11.83 kg y se estima que para el 2025 se alcance un consumo de 12.89 kg (OCDE, 2019).

En la imagen que se presenta a continuación se puede observar las estimaciones de consumo per cápita para el año 2025.

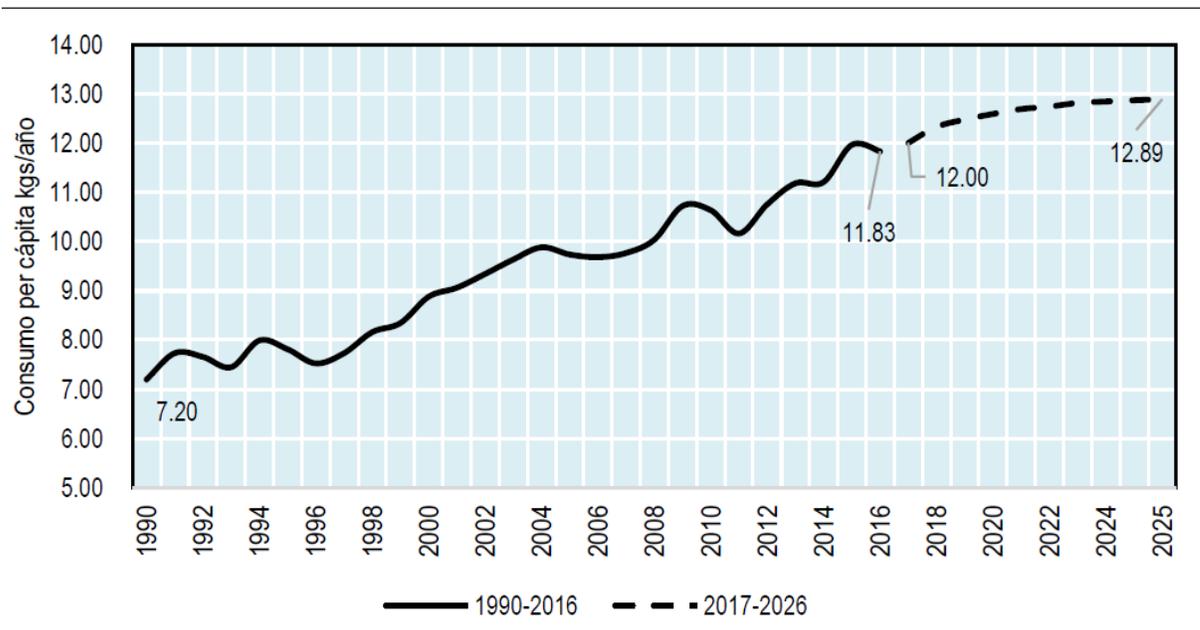


Figura 2. 9 Consumo per cápita de carne de cerdo en México, real y proyectado 1990-2026.

OCDE, 2019

2.3 Principales razas productoras de carne

Actualmente en todo el mundo son reconocidas más de 180 razas de cerdos, aunque existen otras 200 razas aproximadamente que no son tan reconocidas (razas criollas) todas éstas se encuentran distribuidas en diferentes partes del mundo.

Al dirigirnos por las razas productoras de carne se busca que tenga un alto rendimiento en la ganancia de peso, buena conformación y buenos cortes de carne magra, aunque éstas razas no posean una buena habilidad materna (<https://laporcicultura.com/razas-porcinas/>, s/f).

2.3.1 Duroc

No se conoce con precisión su origen, se acepta el cruce entre cerdos colorados de Guinea, Berkshire y Tamworth y cerdos colorados de Vermont, New Jersey y New Cork. Registrada como raza a partir de 1882.

Otras investigaciones aseguran que se originó por el cruce entre cerdos colorados, los Red Jersey, los Duroc y los Vermont Rock; estos tres que eran descendientes de cerdos colorados traídos de Guinea y cruzados con cerdos españoles y portugueses traídos por los conquistadores y cerdos Berkshire y Tamworth importados de Inglaterra.

En un principio se les llamó Duroc Jersey para luego sólo Duroc. Unos autores opinan que fue originada en Jersey, Estados Unidos a partir de cerdos comunes y el cerdo colorado de Guinea, África.

Características:

- Cerdos grandes de capa roja (rojo cereza o rojo ladrillo).
- Las cerdas de la capa son largas, de color rojo y con piel rosada.
- Mucosas despigmentadas.
- Cabeza pequeña y ancha de perfil subcóncavo.
- Mandíbula mediana.
- Orejas semiarqueadas (orejas ibéricas), de tamaño mediano dirigidas hacia arriba, abajo y ligeramente afuera.
- Cuello corto y grueso, un poco convexo con buena disposición para producir grasa.
- Tronco ancho y profundo.
- Línea dorso lumbar recta y ligeramente convexa.

- Espalda y lomos anchos y musculosos.
- Grupa redonda y caída.
- Extremidades anteriores de mediana longitud, bien aplomadas y desarrolladas.
- Extremidades posteriores amplias y profundas.
- Jamón descarnado y con disposición para acumular grasa.
- Buena precocidad con ganancia de peso 550-650 en buenas condiciones de manejo hasta 700 gramos (g)/día.
- Asimila alimentos con mayor eficiencia que otras razas.
- Durante la lactancia y primera etapa del desarrollo crecen poco (hasta 40 Kg) después de este peso presenta desarrollo y crecimiento rápido.
- Rústico y buena adaptabilidad.
- Resistente a enfermedades.
- Se adapta bien al clima cálido por lo que se ha hecho popular en crías al aire libre.
- Su prolificidad es media (9 a 10 crías por parto) otros autores (7 a 12/partos) con manadas de gran vitalidad.
- Producen gran cantidad de leche.
- Buen instinto materno.
- Temperamento nervioso.
- Poco dóciles.
- Hembras presentan agresividad durante el parto y la lactancia (otros autores reportan tener un temperamento apacible).
- Peso de las hembras adultas promedian 340 Kg y de los machos 435 Kg.
- Esta raza se clasifica como mixta orientada hacia la paterna.

(FAO, 2010)

2.3.2 Hampshire

Se consolida como raza en 1850. Ciertos autores afirman que ésta raza se creó en Estados Unidos. Es la raza más antigua de éste país y para otros se importó del sur de Inglaterra a principios del siglo pasado.

Fue la primera raza porcina que recibió un trabajo de selección orientado a la producción de carne.

Características:

- Capa de color negro, con una franja blanca que rodea a todo el tórax, llegando a veces hasta el abdomen.
- Cabeza pequeña.
- Perfil subcóncavo.
- Orejas medianas, erectas, dirigidas hacia delante (orejas asiáticas).
- Cuello corto, mediano y ancho.
- En el tronco se define pecho ancho y profundo.
- Espaldas anchas.
- Dorso lomo recto y encorvado.
- Grupa recta y bien musculada.
- Extremidades medias y bien desarrolladas.
- Tren posterior con jamón grande, poco descarnado y negro.
- Rústicos pero, menos resistente al calor que el Duroc.
- La coloración de su carne presenta un rojo intenso.
- Se utilizan por su magrura en los cruzamientos en la parte paterna.
- Precoces.

- En buenas condiciones se registran ganancias de peso de entre 600 a 700 g/día y con mejor alimentación de 700 a 900 g/día.
- Paren camadas de 9 a 10 crías.
- Alcanzan rápidamente los 95 kg de peso (en menos de 6 meses de edad).
- Para otros autores los rendimientos productivos son bajos destacándose en crecimiento el cual es alto por lo que se clasifica como raza paterna especializada muy usado como verraco terminal en las cruas.
- Madres con buena producción láctea con gran temperamento maternal pero agresivas cuando están paridas.
- Hembras adultas promedian 320 kg y los machos hasta los 400 kg.
- Posee carne de buen color y moderado contenido de grasa intramuscular.
- Esta raza presenta el gen rendimiento Napole (RN) el que provoca mayor acidificación del músculo y hace que la carne pierda más del doble de agua que lo normal durante la cocción lo que disminuye el rendimiento en el proceso tecnológico (efecto Hampshire).

(FAO, 2010)

2.3.3 Pietraian

Originaria de Bélgica como resultado de diferentes cruzamientos. Su nombre de debe de la Comuna donde se vio por primera vez.

Características:

- Perfil concavilíneo y orejas asiáticas.
- Capa blanca y amarilla con amplias manchas irregulares negras y a veces rojizas.

- Gran volumen en jamón y una capa delgada de tocino.
- Buena conversión alimenticia.
- Menos rústica que Hampshire y Duroc.
- Número de lechones por camada inferiores a las de las razas blancas
- Algunas líneas presentan distrofia muscular, que se asocia a la pérdida de líquidos de los tejidos después del sacrificio.
- Sensibles a las agresiones teniendo como consecuencia una muerte súbita (síndrome del estrés porcino).

(CIAP, s/f)

2.4 Anatomía y fisiología

Para el conocimiento de la estructura y funcionamiento de los diferentes aparatos y sistemas del organismo animal es muy importante el estudio de su anatomía y fisiología.

- Anatomía: la anatomía estudia la forma, estructura, tamaño, ubicación y relación de los órganos internos y externos que conforman un organismo.
- Fisiología: se encarga del estudio de las funciones de los órganos.

(INT, 2016)

2.4.1 Sistema esquelético

El sistema esquelético es la estructura ósea que se encarga de proteger los tejidos blandos de los animales.

El esqueleto está formado por:

- **Esqueleto Axil:** está formado por el cráneo, la columna vertebral, el esternón y las costillas. El cráneo tiene forma más o menos de pirámide en las razas más rústicas, el número de vertebrae varía dependiendo de la línea genética, la fórmula vertebral del cerdo se representa de esta manera: C 7; T 14 o 15; L 6; S 4; Ce 20-23. El cerdo tiene 14 o 15 pares de costillas, éstas ayudan a formar la caja torácica (Neira, 1987; Gil *et al.*, s/f).
- **Esqueleto Apendicular:** que está formado por los huesos de los miembros, los huesos de los miembros torácicos presentan una escápula ancha, un humero grueso, el carpo con ocho huesos y termina en tres falanges. Los huesos pélvicos constan de ilion, isquion y pubis. Un fémur ancho y voluminoso. Las patas terminan en falanges siendo un poco más largas que la de los miembros anteriores (Neira, 1987).

2.4.2 Sistema muscular

La musculatura o sistema muscular del cerdo constituye lo que se le llama carne, y la ciencia que la estudia se llama miología.

Los músculos son piezas anatómicas de color rosado generalmente tienen funciones motrices gracias a sus propiedades contráctiles. Los músculos recubren los huesos y dan forma al cuerpo.

- **Músculo del cráneo y Cuello:** los músculos de la cabeza y el cuello que son muy móviles. En el cráneo se insertan los músculos del cuello, tórax, espalda

y dorso del animal. Los músculos relacionados con la masticación son los más destacados como el masetero.

- **Músculos de las Extremidades:** los músculos de las extremidades anteriores se insertan a nivel del tórax y son poco desarrollados, por el contrario los músculos de las extremidades posteriores son desarrollados sobresaliendo los músculos que constituyen el jamón (Neira, 1987).
- **Funciones de los Músculos:** las principales funciones de los músculos son; recubrir los huesos y dar forma al cuerpo. Son los órganos encargados del movimiento (Neira, 1987), además de tener una capacidad energética que se encarga de generar calor y apoya la regulación de la temperatura (INT, 2016).

2.4.3 Aparato digestivo

El aparato digestivo del cerdo está constituido por una serie de órganos, los cuales conjuntamente ejercen una función digestiva.

- **Boca:** la abertura bucal es grande con un labio superior grueso (hocico). La lengua es larga y estrecha recubierta de pailas. El cerdo nace con todos los caninos siendo su fórmula dentaria temporal $2 (I \ 3/3 + C \ 1/1 + P \ 4/4) = 32$. Después de los ocho meses la fórmula dentaria definitiva es: $2 (I \ 3/3 + 1/1 + P \ 4/4 + M \ 3/3) = 44$ (Neira, 1987).
- **Faringe:** dividida en dos porciones; la parte respiratoria que se continúa con la laringe y la digestiva que se continúa con el esófago (Neira, 1987). En ella se encuentran los cartílagos aritenoides y epiglotis para impedir que al momento de la deglución el alimento entre al tracto respiratorio (INT, 2016).

- **Esófago:** el esófago es corto y casi recto (Neira, 1987), por otro lado (INT, 2016) señala que el esófago es un tubo musculoso y largo de forma cilíndrica que va desde la faringe hasta la entrada del estómago.
- **Estómago:** el estómago del cerdo es voluminoso, con una capacidad de seis a ocho litros (L), situado hacia la izquierda del plano medio.
- **Intestinos:** el intestino delgado mide de 15 a 20 metros (m), consta de duodeno, yeyuno e íleon, el ciego es cilíndrico con una longitud de 30 centímetros (cm). El intestino grueso está formado por ciego, colon y recto (Neira, 1987).

Órganos anexos

- **Hígado:** es el órgano más voluminoso del organismo del cerdo, también realiza el mayor número de funciones. Está localizado hacia la parte derecha del plano medio, lo acompaña la vesícula biliar colocada en la parte posterior derecha.

Funciones:

- Produce bilis.
- Dispersa los aminoácidos.
- Almacena glucógeno.
- Almacena vitamina A.
- Produce protombina.
- Emulsifica las grasas.

- **Páncreas:** es una glándula lobular que está rodeada por el asa duodenal.

Funciones:

- Producir jugo pancreático rico en enzimas.

- Producir insulina necesaria en la asimilación de los azúcares.
- **Bazo:** de forma alargada. Su función es hemapoyética.

La función principal del tubo digestivo es el proceso de la digestión, con lo cual el organismo del animal busca transformar los alimentos ingeridos, fraccionándolos de manera que puedan pasar a través de la pared intestinal hacia el torrente sanguíneo; es el proceso de absorción. Este proceso se realiza en el tracto gastro-intestinal del animal mediante actos mecánicos como aprensión, masticación y trituración en la boca (Neira, 1987).

2.4.4 Aparato respiratorio

El aparato respiratorio está conformado por un conjunto de órganos especializados en la conducción del aire y facilitar el intercambio gaseoso a nivel de los alveolos pulmonares en donde se efectúa el proceso de oxigenación de la sangre.

Este aparato consta de:

- **Fosas nasales:** donde están los orificios nasales u ollares que forman parte de la trompa u hocico que el cerdo utiliza en su labor de osar (Neira, 1987). La función de la cavidad nasal es purificar, calentar y humedecer el oxígeno antes de ponerse en contacto con los pulmones (INT, 2016).
- **Faringe:** es un órgano tubular carnoso situado en el fondo de la boca.
- **Laringe:** órgano musculo-cartilaginoso.

- **Bronquios:** división de la laringe que penetran en los pulmones.
- **Pulmones:** órganos de color rosado, retractiles y esponjosos, están colocados en la cavidad torácica, protegidos por la parrilla costal y envueltos por una membrana denominada pleura (Neira, 1987).

2.4.5 Aparato urinario

El aparato Urinario del cerdo está formado por:

- **Riñones:** que están situados debajo de las cuatro primeras vértebras lumbares, su peso es de 200 a 300 gramos. Su función es filtrar la sangre.
- **Los Uréteres:** son unos tubos largos y flexuosos encargados de conducir la orina del riñón hasta la vejiga.
- **La Vejiga:** situado en la cavidad pélvica, es un saco elástico que acumuló la orina procedente de los riñones (Neira, 1987).

2.4.6 Aparato reproductor

Aparato Reproductor del Cerdo

- **Los Testículos:** tienen una posición externa; están cubiertos por las bolsas o escroto; situados a corta distancia del ano. Son grandes, con un eje mayor dirigido hacia arriba y atrás (Neira, 1987). Son los principales órganos de la reproducción en los machos (INT, 2016).
- **El epidídimo:** se encuentra unido a los testículos; el cordón espermático es largo y flexuoso (20-25 cm). En el interior del testículo está el conducto

deferente sinuoso y es donde convergen las vesículas seminales que es donde se forman los espermatozoides. Termina el aparato reproductor en el pene que es largo, con una flexura sigmoidea. Está rodeado externamente por la bolsa prepucial con un orificio estrecho rodeado de pelos.

- **Órganos anexos:** los órganos anexos son la próstata; las glándulas de Cowper y las vesículas seminales. Se encargan de producir líquido seminal cuya función es la de ayudar a transportar los espermatozoides en su recorrido.

La función principal de todo el aparato reproductor masculino es producir espermatozoides y hormonas masculinas o andrógenas y transportar esos espermatozoides en su función reproductora (Neira, 1987).

Aparato Reproductor de la Cerda

- **Ovarios:** están escondidos en la bolsa ovárica muy cerca de los riñones, tienen aspecto lobulillado (Neira, 1997). Produce los óvulos, hormonas sexuales, se puede considerar como el órgano genital más importante por parte de la hembra (INT, 2016).
- **Trompas de falopio o uterinas:** miden 15 cm. y no son muy flexuosas (Neira, 1987). Tiene una estructura vascular importante para alimentar una capa interna de mucosa para la anidación del embrión y ascenso del espermatozoide (INT, 2016).
- **Útero:** el cuerpo uterino es muscular y presenta unos cuernos largos flexuosos y móviles, mide 1.20 metros. El cuello uterino es amplio continuándose con la vagina sin formar una proyección intravaginal (Neira, 1987). El útero sirve como sitio de transporte para los espermatozoides, regula la vida del cuerpo lúteo (INT, 2016).

- **Vagina:** mide 10 a 12 cm (Neira, 1987). Presenta una capa muscular muy importante para el momento de la expulsión fetal durante el parto (INT, 2016).
- **Vulva:** mide 7.5 cm de longitud (Neira, 1987). La hembra presenta unos labios gruesos y cubierto de tegumento rugoso, la comisura dorsal es redondeada y la ventral puntiaguda lo que orienta dorsocaudalmente el acceso al vestíbulo vaginal (Gil *et al.*, s/f).
- **Glándulas mamarias:** existen en la cerda dos hileras de glándulas mamarias que se extienden desde la región pectoral a la inguinal. Generalmente son 6 pares. Este número puede variar. Cada glándula contiene una cisterna de leche con gran cantidad de glomérulos y ductos que desembocan a dos conductos, uno anterior y otro posterior que terminan en el pezón. La función principal es la producción de leche por la acción de hormonas y estímulos externos (Neira, 1987).

2.4.7 Sistema circulatorio

- **Corazón:** el corazón del cerdo es pequeño en proporción con el tamaño de su cuerpo (Neira, 19987; Gil *et al.*, s/f). Es un órgano muscular ubicado en la parte inferior del mediastino de la caja torácica y se encarga de bombear sangre a todos los tejidos del organismo (INT, 2016). Está dividido en cuatro cavidades: dos aurículas y dos ventrículos, derecho e izquierdo. Las aurículas más serosas que musculares reciben la sangre proveniente del cuerpo del animal (sangre venosa) y la sangre de los pulmones. Los Ventrículos expulsan la sangre a todo el cuerpo y hacia los pulmones para que sea oxigenada (Neira, 1987).
- **Las arterias:** son los vasos eferentes del aparato circulatorio. Los más importantes son la arteria aorta que sale del ventrículo izquierdo y la pulmonar que se origina en el ventrículo derecho (Neira, 1987). Su función es transportar la sangre oxigenada, a excepción de la arteria pulmonar que transporta sangre con dióxido de carbono (INT, 2016).

- **Las Venas:** son los vasos aferentes del aparato circulatorio. Las más importantes son las venas pulmonares y las venas cavas, anteriores y posteriores (Neira, 1987). Su función es llevar la sangre con dióxido de carbono de los tejidos al corazón, la vena pulmonar es la única que transporta sangre con oxígeno (INT, 206).
- **Los Capilares:** son las divisiones más finas de los vasos sanguíneos y sus paredes constan casi solo de endotelio.
- **El sistema linfático:** está formado por el conducto torácico, la vena linfática y los ganglios están recubiertos de grasa (Neira, 1987). Transporta el líquido extracelular y después los entrega al sistema circulatorio (INT, 2016).

La función general del aparato circulatorio es la de conducir sangre por todo el organismo facilitando funciones tan importantes como el intercambio gaseoso a nivel pulmonar; asimilación de alimento a nivel digestivo, expulsión de desechos a nivel renal (Neira, 1987; INT, 2016).

2.4.8 Sistema nervioso

El sistema nervioso del cerdo comprende: Sistema nervioso Central (encéfalo y médula espinal) y sistema nervioso periférico (nervios espinales y sistema simpático).

- **El Encéfalo:** consta de cerebro, cerebelo y medula oblonga; todas estas formaciones están localizadas en la cavidad craneal (Neira, 1987).
- **La medula Espinal:** es un cordón largo que se encuentra en el canal vertebral y se encarga de llevar impulsos nerviosos a los nervios raquídeos, además de que tiene el control de los movimientos acto reflejo (INT, 2016).

- **Sistema nervioso periférico:** es una red de nervios que reciben el nombre dependiendo de que parte de la columna emerjan y así tenemos nervios cervicales, torácicos, lumbares, sacros, etc. (Neira, 1987). Estos nervios se encuentran en cualquier sitio del cuerpo para inervar músculos y órganos (INT, 2016).
- **Sistema simpático:** consta de dos cadenas de ganglios a lo largo de la columna vertebral y en conexión con los diferentes órganos (Neira, 1987). Se encarga de preparar el cuerpo del animal al momento de que éste reacciona al momento de estresarse, utilizando la noradrenalina como neurotransmisor (INT, 2016).

La función principal del sistema nervioso es la de poner en contacto el medio externo con el animal y regular la actividad orgánica (Neira, 1987; INT, 2016).

2.4.9 Sistema endocrino

Por medio de glándulas produce hormonas que son arrojadas al torrente sanguíneo y así llevar a dichas hormonas otros órganos (Neira 1987; INT, 2016).

- **Glándulas endócrinas:** carecen de conducto y vierten las hormonas directamente al torrente sanguíneo, como son la glándula tiroides, adrenal, hipófisis y paratiroides.
- **Glándulas exocrinas:** secretan sustancias producidas directamente al medio exterior como las glándulas sudoríparas, sebáceas, lagrimales y salivales.
- **Glándulas mixtas:** estas glándulas secretan tanto al exterior como al conducto sanguíneo como lo son, los ovarios, testículos, páncreas (INT, 2016).

2.5 El cerdo y su carne

La carne es pesada y grasosa; así es como la carne de cerdo ha sido catalogada durante mucho tiempo, además de que la señalan con un contenido muy alto en calorías y peligrosa, ya que la asocian con enfermedades y parásitos. Todas estas ideas equivocadas que aún se proyecta en gran parte de la población humana se deben al tipo de animal y la forma de explotación que existía en el pasado (Eusse, 2009).

Debido a la mala información que aún existe la carne de cerdo es catalogada como “dañina”. Los consumidores llevan consigo la idea que al consumir carne de cerdo puede ocasionar problemas a la salud debido a que transmite parásitos, en éste caso la CISTICERCOSIS, sin embargo, hay que tener certeza de que la carne de cerdo no es quien ocasiona este tipo de problema, para ello se debe de conocer el ciclo biológico de la *Taenia solium* y así poder saber cómo es que la cisticercosis se produce en el hombre (Camacho, 2013).

Cuando un cerdo camina por el campo buscando comida e ingiere accidentalmente heces contaminada con huevos de la *Taenia Solium* proveniente de personas parasitadas con dicha tenia, el cerdo contrae la cisticercosis, en caso de consumir esta carne que no esté lo suficientemente cocida, dentro del intestino los cisticercos se convierten en tenia adulta reiniciándose el ciclo es decir que se contrae una teniasis. La probabilidad de que el humano consuma carne con cisticercos es mínima (Camacho, 2013).

2.5.1 Composición nutricional de la carne de cerdo

La carne de cerdo está compuesta por tejido muscular que contiene agua, sales minerales, diferentes vitaminas, proteínas, algo de hidratos de carbono, lípidos y tejido conectivo. Es importante señalar que la carne de cerdo es una buena fuente de vitaminas del grupo B, especialmente la vitamina B1 (0,95mg). También contiene cantidades significativas de riboflavina, niacina y vitamina B6. Destaca su elevado contenido en vitamina B12. Las vitaminas liposubles A y D se encuentran en menor proporción y están principalmente en la grasa. El cerdo puede contener moderadas concentraciones de vitamina E, dependiendo de las condiciones de alimentación previas al sacrificio (Villarino, 2004).

Cuadro 2. 4 Composición nutricional de las carnes y otras fuentes de alimento por 100g

Producto	Agua	Prot.*	Grasas	Cenizas	kJ*
Carne de vacuno (magra)	75.0	22.3	1.8	1.2	485
Canal de vacuno	54.7	16.5	28.0	0.8	1351
Carne de cerdo (magra)	75.1	22.8	1.2	1.0	469
Canal de cerdo	41.1	11.2	47.0	0.6	1975
Carne de ternera (magra)	76.4	21.3	0.8	1.2	410
Carne de pollo	75.0	22.8	0.9	1.2	439
Carne de venado (ciervo)	75.7	21.4	1.3	1.2	431
Grasa de vaca (sub-cutánea)	4.0	1.5	94.0	0.1	3573
Grasa de cerdo (tocino dorsal)	7.7	2.9	88.7	0.7	3397

Leche (pasteurizada)	87.6	3.2	3.5	264
Huevos (cocidos)	74.6	12.1	11.2	661
Pan (centeno)	38.5	6.4	1.0	1000
Patatas (cocidas)	78.0	1.9	0.1	301

Fuente: FAO, 2015

*Proteínas

* Kilojoules

La carne de cerdo es rica en ácido linoléico (grasa insaturada) que tiene la propiedad de disminuir el colesterol de la sangre. Por el contrario de perjudicar en la salud, la carne de cerdo es beneficiosa, al hablar de la fisiología de este animal se encuentra que existe un parecido con el hombre, es por esto que es muy utilizado en la medicina humana. Como productor de medicamentos el cerdo es fuente de: hemoglobina (sangre), insulina (páncreas), heparina (mucosa intestinal), válvulas cardiacas (corazón) tiroides, ACTH (glándula pituitaria), piel (Camacho, 2013).

Cuadro 2. 5 Contenido de grasa, calorías y colesterol de algunos alimentos de origen animal

	Tipos de Corte Grasa (3 onzas cocidas)	Calorías (gramos)	Colesterol (miligramos)
Lomo de cerdo asado	6,1	160	66
Filete de cerdo asado	4,1	133	67
Pechuga de pollo asado	3,0	140	72

Muslo de pollo asado sin piel	9,3	178	81
Filete de res asado	8,5	179	71
Atún en aceite	10,2	178	52

Fuente: Eusse, 2009

Es importante saber que la localización de la grasa en el cerdo 70% es subcutánea, 2% intramuscular y 28% intermuscular y entre los órganos; por lo tanto la mayor parte de la grasa del cerdo es grasa de cobertura que fácilmente se puede retirar del jamón, lomo, o brazuelo, quedando una carne muy magra. Solamente la parte de la panceta o tocino contiene capas de grasa incluida dentro de los planos musculares y que difícilmente puede ser retirada.

Actualmente la producción de la carne porcina ha cambiado radicalmente; en los años sesenta esta carne estaba revestida por una gruesa capa de grasa, aproximadamente unos dos o tres centímetros. En cambio ahora esa capa apenas llega a un centímetro.

Cuadro 2. 6 Nutrientes claves que hacen que el cerdo sea un alimento muy nutritivo

Nutriente	% de valor diario (VD)	¿Por qué es necesario para la salud?
Hierro	5%	El obtener suficiente hierro es difícil para algunas mujeres, especialmente para aquellas en edad de concebir. El hierro con proteínas (que se halla en la carne) se absorbe más fácilmente que el hierro sin proteínas (que se halla en los alimentos de origen vegetal). Por lo tanto, cualquiera que

		evite la carne sin la orientación de un profesional de la salud aumenta el riesgo de sufrir de anemia debida a una insuficiencia de hierro.
Magnesio	6%	Importante para el funcionamiento normal de muchas enzimas (catalizadores para las reacciones químicas del cuerpo), glucosa y acción muscular.
Fosforo	20%	Fortalece los huesos y genera energía en las células.
Potasio	11%	Importante para el funcionamiento normal de muchas enzimas (catalizadores para las reacciones químicas del cuerpo), glucosa y acción muscular. Fósforo 20% Fortalece los huesos y genera energía en las células.
Zinc	14%	Componente de más de 70 enzimas, el zinc es un factor clave en el metabolismo de la energía y el sistema inmunológico.
Tiamina	54%	Sin esta vitamina clave, el metabolismo de los carbohidratos, de las proteínas y de la grasa se vería significativamente afectado. La proteína animal es una de las mejores fuentes de este nutriente, y, entre las selecciones, el cerdo está en primer lugar.
Riboflavina	23%	Aparte de la leche, hay muy pocos alimentos que tengan tanta riboflavina por porción como el cerdo. La riboflavina juega un importante papel en la liberación de energía de los alimentos.
Niacina	37%	Importante para el funcionamiento normal de muchas enzimas del cuerpo y participa en el metabolismo de azúcares y ácidos grasos.
Vitamina B12	8%	Ayuda a construir células rojas y a metabolizar carbohidratos y grasas.
Vitamina B6 (Pyridoxina)	37%	Importante para el funcionamiento normal de enzimas y co-enzimas, que se necesitan para metabolizar proteínas, carbohidratos y grasas. Además, desempeña un papel crítico en la regulación del metabolismo del glicógeno (carbohidratos almacenados).

Fuente: UBA, 2014

El consumidor no sabe que el cerdo evolucionó mucho en los últimos años. Así, en 1960 el cerdo tenía 45 a 46% de carne magra y 5 a 6 cm de grasa dorsal y hoy el cerdo tiene de 58 a 60% de carne magra y 0,8 a 1,2 cm de grasa dorsal.

En resumen, la carne de cerdo proveniente de una buena crianza (granjas tecnificadas) nos garantiza un alimento nutritivo, saludable, sabrosa, muy equilibrada en su composición y por su gran contenido de nutrientes debe ser más consumida por la población.

2.6 Parámetros de calidad en la carne

Al hablar de calidad se refiere a la o las propiedades de un alimento que permiten juzgar su valor en todos los aspectos.

La calidad de la carne se define, según la FAO, en función de su calidad composicional (coeficiente magro-graso) y de factores de palatabilidad tales como su aspecto, olor, firmeza, jugosidad, ternura y sabor. La calidad nutritiva de la carne es objetiva, mientras que la calidad 'como producto comestible', tal y como es percibida por el consumidor, es altamente subjetiva (FAO, 2014⁵).

Investigaciones del Quím. (M. Sc.) Giovanni Galiotta (2005), mencionan que los criterios de calidad abarcan numerosos componentes y cada uno puede agruparse en dos categorías.

CRITERIOS OBJETIVOS (Intrínsecos)

CRITERIOS SUBJETIVOS (Extrínsecos)

Al hablar de los criterios objetivos se encuentran los factores nutricionales, la higiene sanitaria, tecnológica y sensorial.

Criterios subjetivos: están los aspectos culturales y los hábitos de alimentación de los consumidores.

Existen cuatro parámetros experimentales que nos permiten evaluar la calidad de la carne de cerdo y ellos son: color, pH (potencial de hidrógeno) a las 24 horas (pH24), capacidad de retención de agua (CRA) y grasa intramuscular (GIM).

2.6.1 Color

En los alimentos el color es un componente de calidad, siendo el sistema de medida más popular, L*, a* y b*, también conocido como sistema CIELAB. Donde L* es la medida de la luminosidad del color de la muestra, a* mide las características rojas y verdes, mientras que b* mide los amarillos y azules. El color es un indicador de si la carne está fresca o si existe un desorden debido a una carga microbiana muy alta o si el animal ha sufrido estrés. Distintos factores afectan el color de la carne de cerdo, dentro de ellas encontramos la velocidad de glicólisis postmortem, la GIM, el nivel de pigmentación y el estado de oxidación de los pigmentos (Galietta, 2005).

Color muscular: el color normal de la carne de cerdo fluctúa entre un rojo y rosado. La uniformidad en el color es usualmente apreciable en músculos individuales; cuando apreciamos los músculos en conjunto, el color puede variar considerablemente.

El consumidor puede estar en desacuerdo con la variación en el color de la carne, bien sea por demasiado pálidos o demasiado oscuros.

Esta variación en el color puede obedecer a los siguientes factores:

El color más oscuro puede resultar de:

- Aumento de Oximioglobina (pigmento de color) por edad avanzada del animal; o músculo o grupo de músculos con mayor actividad fisiológica (músculos flexores o extensores).
- Penetración de oxígeno en la superficie.
- Contaminación bacteriana.
- Deshidratación en la superficie.
- Falta de acumulación de ácido láctico después del sacrificio.
- Condición oscura, dura y seca DFD (por sus siglas en inglés Dark, Firm y Dry).

La rápida conversión de glucógeno muscular a Ácido Láctico (ph muscular bajo=acidez) ocasiona el color rosa pálido casi gris (Eusse, 2009).

2.6.2 pH

El pH es uno de los parámetros que se debe de considerar para examinar la calidad de la carne ya que afecta varias de sus propiedades (color, capacidad de retención de agua, etc.). El pH es definido como el logaritmo negativo de la concentración de protones. Tienen una escala entre 0 y 14. Si el pH se encuentra debajo de 7 se considera como ácido, y si éste se encuentra por encima de 7 se considera alcalino o básico (Braña *et al.*, 2011).

El pH del músculo de animales sanos y vivos es de alrededor de 7.0-7.04, en el momento que el animal es sacrificado este valor va disminuyendo y los valores van de 5.4-6.2 en la carne, debido a la conversión del glucógeno a ácido láctico, una reacción en la que el musculo trata de producir energía en ausencia de oxígeno (Braña *et al.*, 2011; Bekele, 2014).

La variación del pH es influenciado por múltiples factores los cuales pueden ser intrínsecos al animal como la genética, metabolismo, que tan susceptible es al estrés, sin embargo, los factores que más afectan están relacionados con el ambiente en que se maneja al animal y su canal dentro de las 24 horas (h) antes y después del sacrificio. El manejo antemortem es un punto de gran importancia, ya que si el animal sufre de un elevado grado de estrés se tendrá como resultado a la sobreproducción de adrenalina y esto provoca la degradación de glucógeno lo que llevará a la caída abrupta del pH, originando la acidificación (Braña *et al.*, 2011).

La velocidad con la que el pH baja y el valor final de éste determinan el color, textura y CRA de la carne. Si el pH baja muy rápido y se obtiene un valor menor a 6.0 en las primeras horas después de la muerte del animal o si el pH último es menor de 5.6 se obtiene carne PSE (Pálida, suave y exudativa). Y un pH final elevado trae consigo carne DFD (Bekele, 2014).

2.6.3 Capacidad de retención de agua

La CRA se puede definir como la aptitud de la carne para mantener ligada su propia agua, incluso bajo la influencia de fuerzas externas (presión, calor, etc.) (Bautista *et al.*, 2013).

La CRA está relacionada con el pH; a mayor pH existente mayor retención de agua (Galletta, 2005).

Según estudios de Braña y colaboradores, (2011), las propiedades sensoriales de la carne tales como el color, textura y firmeza, están relacionadas con la cantidad de agua que esta retenida en la carne. Al tener poca CRA se pierde agua en el cual van las proteínas, minerales y vitaminas hidrosolubles. Hasta cierto punto la CRA está

relacionada con el pH del músculo. Mientras más lejos este el pH del punto isoeléctrico de las proteínas del músculo, más agua será retenida. La CRA también está estrechamente relacionada con la especie del animal, el tipo de fibra, la estabilidad oxidativa de sus membranas, el proceso de maduración, incluso el sistema de congelación y descongelación de la carne.

2.6.4 Grasa intramuscular

La GIM es un indicador de calidad de la carne puesto que proporciona sabor, consistencia, aroma y jugosidad, a la vez que reduce la percepción de dureza. Durante las últimas décadas la industria porcina se propuso a producir canales enfocándose en la obtención de tejido magro y un bajo contenido en tejido adiposo; ya que el tejido adiposo es de desarrollo tardío. Y al hablar del momento del sacrificio se ha optado por edades tempranas ya que la acumulación magra es máxima y así evitando el exceso de grasa (Segura, 2015).

Los factores genéticos y ambientales dan lugar al contenido de GIM. En cuestiones genéticas la raza Duroc se ha utilizado ampliamente en la producción porcina para así conseguir mejores propiedades tecnológicas y organolépticas. En relación a los factores ambientales la nutrición es especialmente importante. Al realizar un aumento energético en la ración se consigue un mayor engrasamiento general de la canal e indirectamente un incremento de la intramuscular. No obstante, es preciso recordar que en base a la alimentación se puede regular muchos factores que permiten modificar el metabolismo del animal dentro de unos márgenes razonables, entendiendo que el reparto de grasa se puede manipular y con ello favorecer la acumulación entre las fibras musculares sin llegar al engrasamiento excesivo en la canal para así tener una eficiencia productiva (Segura, 2015).

La aceptabilidad de la carne por parte del consumidor está estrechamente relacionada con el contenido de GIM. Para poder detectar calidad organoléptica, sobre la materia fresca al menos debe existir un 1% de GIM. Para el consumo, el nivel óptimo se situaría entre el 2 y 3%. La cantidad y calidad de GIM son importantes en el sabor, aroma y terneza de la carne, una carne demasiado magra es insípida, dura y seca, el marmoleo en la carne afecta a la calidad sensorial de esta y en consecuencia a la aceptación por parte del consumidor (Pauta, 2010).

2.7 Factores que influyen en la calidad de la carne

La calidad de la carne de cerdo puede estar determinada por múltiples factores que están interrelacionados entre sí, ya que durante el periodo antes del sacrificio, los animales experimentan situaciones de estrés que influyen en su bienestar. Estos elementos relacionados con el periodo antemortem pueden posteriormente afectar este aspecto en la carne (Reyna *et al.*, 2016).

La calidad de la carne es influenciada por varios factores, entre los que más destacan se encuentran los nutricionales, genéticos, ambientales y manejo (Reyna *et al.*, 2016).

2.7.1 Nutricionales

Considerando el factor nutricional (Braun y Pattacini, 2011) realizaron investigaciones sobre cómo influyen las dietas en la calidad de la carne del cerdo y encontraron que a los animales alimentados con sorgo tratado térmicamente proporcionaron carne óptima para el consumo fresco, ya que presentó una pérdida de pH lento, mayor CRA y terneza del corte. Esto quiere decir que la calidad de la carne

no solo se ve influenciada por la genética y el manejo antemortem que el animal recibe sino también del tipo de dieta que éste reciba.

Se realizó una investigación en la que se evaluó el efecto de añadir vitaminas y minerales en la dieta de engorda y el enfriamiento acelerado de las canales de cerdos castrados y primerizas portadores (Nn) y no portadores (NN) del gen halotano, al mantener al animal con la suplementación de vitamina E, la concentración de ésta aumentó ($P < 0.05$) en el músculo *longissimus*. El suplemento en los cerdos portadores del gen halotano no afectó el color, la firmeza por cocción del lomo ni el color y firmeza del jamón. En el caso del genotipo (NN) el aumento del nivel de vitamina E en la dieta disminuyó ($P < 0.05$) el porcentaje de lomo y jamones (PSE). De acuerdo a este estudio realizado al incorporar dietas de engorda de animales (NN) con un mínimo de 600 UI/kg de vitamina E, además de otras vitaminas y minerales en cerdos (Nn) se puede reducir la incidencia de carnes (PSE). El ayuno es un factor que afecta la calidad de la carne. Al incluir sulfato de magnesio en la dieta de los cerdos con alto potencial glucolítico reduce dicho potencial en la canal además ayuda para que se mantenga el color y la firmeza de la canal (Reyna *et al.*, 2016).

Si se utilizan fuentes energéticas convencionales en la formación de la dieta generalmente no afecta el contenido de glucógeno. Se ha definido que al proporcionar azúcares durante periodos largos de espera antes del sacrificio se previenen la aparición de carnes blancas y exudativas. Sin embargo puede existir la presencia de estas carnes en animales susceptibles al estrés (Braun y Pattacini, 2011).

2.7.2 Genéticos

La selección genética apropiada combinada con un buen manejo es una herramienta para mejorarla eficiencia de los animales ya que se puede obtener un

porcentaje de carne magra adicional y una mayor velocidad de crecimiento de tejido magro (Alarcón *et al.*, 2008).

En el momento que se realizaron selecciones genéticas para alcanzar animales con carne magra y rápido crecimiento de las canales trajo consigo la presencia de carne PSE y DFD, debido a que las razas seleccionadas presentan genes que les atribuye la presencia de carnes PSE y DFD, ya que son razas muy susceptibles al estrés (Bekele, 2014).

Se conocen dos genes cuya segregación de alelos está estrechamente relacionada con calidad de la carne y de la canal, el gen RYR1 (Halotano) y el gen PRKAG3 (Rendimiento Napole) (Arechavaleta *et al.*, 2013).

2.7.2.1 Gen halotano (RYR1)

El gen halotano fue descubierto en 1991 por investigadores de la Universidad de Toronto, quienes encontraron la mutación responsable del síndrome de estrés porcino; es el gen que codifica al receptor de rianodina o del canal liberador de calcio. Este gen se localiza en el cromosoma seis.

La raza Pietrain presenta una elevada proporción de animales con el síndrome de estrés porcino (PSS por sus siglas en inglés de pork síndrome stress), aumentando la presencia de PSE cuando el manejo antemortem que se le da a los cerdos no es el adecuado (Alarcón *et al.*, 2008).

La carne de cerdo halotano positivo se caracteriza por ser PSE, lo cual se debe a una excesiva glucogenólisis y glucólisis postmortem, la producción de ácido láctico

y la rápida caída del pH muscular con valores por debajo de 6.0 al paso de la primera hora después del sacrificio son factores que dan paso a este tipo de carne. Al descender el pH de una manera rápida ocasiona una menor CRA en la carne. La carne afectada presenta de manera muy rápida la rigidez cadavérica pero disminuye posteriormente, por lo que se observa exudación de una manera excesiva. Además de que el sabor de la carne es desagradable y tiene características negativas para el proceso de cocción y elaboración de subproductos para ser consumida (Arechavaleta *et al.*, 2013).

2.7.2.2 Gen napole (Rendimiento Napole o PRKAG3)

El gen RN, llamado gen de la carne ácida o gen napole, el cual ha sido localizado en el cromosoma 15 por investigadores franceses, es un gen monogénico dominante que se expresa por un fuerte aumento del descenso de pH que conlleva a un pH final bajo. Este bajo pH es el resultado de un potencial glucolítico muy elevado, que conlleva a una glucogenólisis prolongada.

El gen RN también es conocido como el gen de la “carne ácida” o el “efecto Hampshire” ya que en esta raza se encuentra con mayor incidencia. Es una mutación que da como resultado un incremento muy grande en el contenido de glucógeno de varios músculos. Cabe mencionar que tiene efectos negativos de gran importancia respecto a la calidad de la carne de cerdo (Reyna *et al.*, 2016).

Al contrario de lo que ocurre con el gen halotano, el RN no provoca una caída rápida del pH, lo que sucede con éste es que desciende con una velocidad normal, pero de manera muy prolongada y por ende da como resultado una carne ácida (Bekele, 2014).

La carne con el gen RN afecta negativamente a la carne en su rendimiento tecnológico, teniendo como resultado que los productores de carne se vean afectados en el aspecto económico, así como al propio consumidor debido a la ingesta de menor contenido de proteína (Arechavaleta *et al*, 2013).

2.7.3 Aspectos ambientales

El factor ambiental no se refiere únicamente a un ambiente climático como pareciera ser, dado a que aunado a ello se debe considerar el grado de perjuicio o beneficio que traen consigo tanto el ambiente estructural y el social en el manejo de nuestro ganado desde el nacimiento y hasta el sacrificio, de ahí que a continuación se describa de una forma más particular este aparatado.

Ambiente social: esto se refiere a la relación social que puede existir entre miembros de la misma especie así como con distintas especies animales y con el hombre, y de ahí entender que esto llega a generar un cierto impacto ya sea para bien o contrariamente dentro del confort del animal.

Se ha demostrado que los cerdos que son expuestos a ruidos muy fuertes o manejos muy rudos por parte del hombre causan la aceleración de su corazón y por ende la alteración de los animales, por eso se recomienda que los animales que son conducidos al matadero sean manejados con el menor ruido posible. Los cerdos son animales muy sensibles a sombras, reflejos y objetos pequeños que se muevan y esto puede traer problemas en el momento que se mueven de un lugar a otro (Grandin, 2013).

En el momento que el animal se ve expuesto a ejemplares de la misma especie y que se tornan amenazados se empieza mermar el grado de confort del animal al igual que sucede con la relación que se da con ciertos insectos, roedores, aves y microorganismos patógenos y parásitos, lo cual conlleva a que se presenten molestias y altos grados de estrés.

Ambiente estructural: esto se refiere al entorno estructural en el que los cerdos sean manejados, hablese de todo tipo de instalaciones y equipo que se emplean para resguardar, dirigir, atender, etcétera, al ganado porcino desde su nacimiento y hasta el momento del sacrificio, de ahí que tengamos en cuenta que dependiendo del tipo o condición de dichas instalaciones podrían incidir en el bienestar y confort de los animales y al final de cuentas en los rendimientos y en la calidad de la carne.

Por ejemplo, hablando del manejo antemortem y tomando en cuenta este tipo de ambiente es importante considerar que al momento en que los animales son embarcados y desembarcados deben de contar con rampas que faciliten su manejo y así evitar que el animal se lesione o dañen las partes de mayor valor, además las rampas no deben de exceder los 25 grados de inclinación ya que el ritmo cardiaco del cerdo aumenta si el ángulo de la rampa incrementa. Las instalaciones del rastro deben de contar con pisos no resbaladizos para mantenerlos en calma. Se ha demostrado que al tener pasillos largos, angostos y con buena iluminación ayuda a que el movimiento del animal sea más eficiente (Grandin, 2013).

Aspecto climático: en este aspecto referirnos solo a la temperatura, dejaría de considerar una serie de medidas de gran relevancia y que pueden en todo caso también incidir en el bienestar y confort del animal, esto a la larga al no atenderse adecuadamente afecta los rendimientos y calidad de la carne, por eso a parte de la

temperatura es importante tomar en cuenta la humedad relativa, la precipitación, radiación solar, horas luz, velocidad del viento etc.

En el manejo antemortem es de vital importancia el control de temperatura cuando el animal se encuentra en la zona de descanso para así evitar que éste se estrese. Es por ello que se busca un confort térmico para que se recupere después de todo el estrés que se le pudo ocasionar desde el embarque, transporte y desembarque. El cerdo puede presentar estrés térmico por frío y estrés térmico por calor y a consecuencia de esto se le debe de proporcionar el mejor trato posible para así regular su temperatura (Ludtke, s/f).

En el momento que el animal se vea expuesto a precipitaciones y fuertes ráfagas de viento puede generar un estrés térmico por frío y esto obliga al animal a tratar de regular su temperatura corporal por medio de contracciones musculares y con esto el animal comienza a tener pérdida de energía.

Los cerdos no cuentan con glándulas sudoríparas (Ludtke, s/f; Méndez *et al.*, 2013) por lo que la combinación de altas temperaturas y humedad elevada puede traer pérdidas por fallas cardíacas y sofocación. Al no poder liberar calor pueden llegar a perder hasta un 15% de su peso, para animales de 100 a 120kg la temperatura ambiente cómoda es de 16 °C (Méndez *et al.*, 2013).

El cerdo puede intercambiar calor con el medio ambiente por medio de cuatro mecanismos: la radiación (pérdida o aumento de calor por medio de ondas electromagnéticas), conducción (cuando el animal tiene contacto directo con el suelo, el agua u otras superficies), convección (transportación de calor de los tejidos a la superficie corporal del animal) y evaporación (jadeo) (Ludtke, s/f).

Para evaluar el confort térmico en relación al bienestar del animal se llevó a cabo una investigación en un rastro midiendo la temperatura del animal a través de la piel, para comparar una zona de descanso que no contaba con aspersión de agua y dos zonas de descanso que sí contaban con aspersión cada 30 minutos para regular la temperatura corporal del animal, cabe señalar que todos los animales fueron sometidos al mismo manejo antemortem, como lo fue el ayuno, mismo tiempo de transporte y mismo desembarque. Llegando a la conclusión que en efecto temperaturas y humedad relativa altas afectan a los animales en cuanto a su confort y por ende la calidad del producto final (Centurión *et al.*, 2014).

2.7.4 Manejo técnico antemortem

Se encuentran diversos factores ambientales y de manejo que están relacionados con la mortalidad. El ayuno que se somete a los animales antes del transporte, la mezcla de grupos que se encuentren en diferentes etapas, las condiciones del transporte, la descarga y los movimientos durante la espera, el manejo de los encargados hacia los animales. Indudablemente, todos los puntos que antes se mencionan afectan el proceso que se lleva a cabo para la transformación de músculo a carne, y con esto la calidad de la carne puede bajar (Reyna *et al.*, 2016).

2.7.4.1 Transporte

En el momento que los animales son transportados y sacrificados les ocasiona un estrés violento, esta situación hoy en día es motivo de inquietud para los consumidores. El manejo que se le da a los cerdos durante la última etapa de su vida, desde que sale de la granja hasta el momento de su muerte, es un tema que al consumidor ha llegado a preocuparle (Reyna *et al.*, 2016; Fabregas *et al.*, 2013).

El sistema de transporte de los animales deberá contar con el diseño adecuado para que éstos no sufran molestias ni estrés. Si se van a transportar animales de diferentes corrales, éstos no deben de ser mezclados, antes de que los animales sean manipulados se deben de someter a un periodo de ayuno de 12 a 14 h, ya que los cerdos se marean, vomitan y esto aumenta la tasa de mortalidad (Reyna *et al.*, 2016).

Los animales que son dirigidos al aturdimiento inmediatamente después de desembarcarlos son más difíciles de controlar, por el contrario a los animales que se les deja descansar durante una hora. Además de que es necesario encerrar a los cerdos por un tiempo sin ser éste demasiado largo para así evitar que la calidad de la carne sea menor. Es por ello que se recomienda un periodo de descanso de 2 h como mínimo antes de que los cerdos sean sacrificados (Braun y Pattacini, 2011).

En el momento que los animales son transportados influyen varios aspectos como son; el clima, la falta de alimento y agua, si hace frío o calor, la sobrecarga de animales, ansiedad, miedo, los golpes; todo esto provoca que los animales se estresen (Asencios, 2004).

La sobrecarga de camiones es una causa muy importante de estrés entre los animales, se debe de tomar en cuenta que los animales deben de tener espacio suficiente para que puedan acostarse durante su viaje (Grandin, 2003).

Cuando los cerdos se agrupan durante el transporte, la temperatura corporal se eleva, lo cual aumenta el número de canales con presencia de PSE y las pérdidas por muerte.

2.7.4.2 Descanso antemortem

Antes de que los animales sean sacrificados deben de tener como mínimo un descanso de 12 h, durante estas horas únicamente deben de consumir agua potable. El descanso antemortem ayudará a que el animal recupere las reservas energéticas musculares que perdió durante el viaje y con esto mejorar la calidad de la carne lo que conlleva a una mayor aceptabilidad de la misma. Una vez que los animales hayan descansado, deben de ser bañados con agua fría a presión para limpiar la suciedad que tengan sobre la piel, además de que el baño ayuda a que la sangre se concentre en los grandes vasos sanguíneos, teniendo un mejor resultado al momento de que los animales son desangrados y por ende mayor limpieza de la canal (Asencios, 2004).

Es importante considerar que no se deben de tener periodos de descanso muy largos ya que la rivalidad que puede haber entre los animales puede provocar peleas y los golpes que éstos puedan presentar afecta directamente la carne que se estaría obteniendo al final (Alarcón *et al.*, 2008).

Durante el periodo de descanso se deben de manejar 1.50 m cuadrados por cerdo para mayor comodidad de éstos (Asencios, 2004).

2.7.4.3 Ayuno

El cerdo es un animal monogástrico y si se transporta sin tener en cuenta un ayuno es muy probable que el animal tenga vómito y esto repercute en cuanto al bienestar del animal y su pérdida de calidad en la carne, incluso causarle la muerte por asfixia. Para determinar el periodo de ayuno que el animal deba de tener se deben de tomar en cuenta el tiempo de ayuno en la granja, la duración del transporte y el

tiempo que se les proporcione de descanso después del transporte. El animal debe de tener acceso libre al agua durante todo el periodo de ayuno (Ludtke, s/f).

Se recomienda un periodo de ayuno de 16-24 h, con el fin de reducir el volumen del contenido del estómago y el riesgo de contaminación microbiana, en el momento que se realiza la evisceración (Bekele, 2014).

Si se somete a un periodo de ayuno al animal antes de su sacrificio reducirá la cantidad de hidratos de carbono disponibles para la conversión de glucógeno a ácido láctico después de la muerte, esto lleva a la obtención de una carne menos ácida y con esto se tendrá mejor calidad (Alarcón *et al.*, 2008; Eusse, 2009).

2.7.4.4 Aturdimiento

El uso del aturdidor eléctrico es el método de insensibilización más común en cerdos. Para que la inconciencia sea instantánea y sin dolor, el cerebro del animal debe recibir suficiente corriente eléctrica para inducir un ataque epiléptico. Si el amperaje no es el adecuado o la corriente no pasa por el cerebro del animal éste sentirá dolor, por ende el animal presentará estrés ocasionando que la calidad de la carne baje (Alarcón *et al.*, 2008).

Los efectos que se relacionan con el aturdimiento se encuentran las fracturas de hueso y equimosis de sangre, en el primer caso sucede cuando los animales no se apoyan bien en el suelo y dependiendo de la zona de la fractura es donde la carne podrá ser dañada, mientras que la equimosis sucede cuando hay una tensión fisiológica en el aturdimiento e induce la ruptura de capilares que provocan la aparición de manchas pequeñas. Al realizar un mal aturdimiento también se le atribuye la

presencia de carne PSE, sangrado inadecuado y la probabilidad de que el animal se golpee (Alarcón *et al.*, 2008).

2.7.4.4.1 Métodos de aturdimiento para el sacrificio

Al hablar de sacrificio se está refiriendo al proceso ordenado sanitariamente para dar muerte a un animal para la obtención de canales limpias y listas para el consumo humano (OCDE, 2019).

El objetivo del aturdimiento es que el animal pierda la conciencia inmediatamente antes de causarle la muerte con el objetivo de evitar que el animal sienta miedo, dolor y estrés (Méndez *et al.*, 2013).

Es importante señalar que el desangrado se debe de realizar lo más pronto posible después del aturdimiento para así evitar que el animal recobre la conciencia en ciertos casos. Si se considera que se ha realizado un mal aturdimiento (que el animal este recobrando la conciencia o no la haya perdido por completo) se deberá aturdir de forma inmediata.

2.7.4.4.1.1 Aturdimiento mecánico

A continuación se hacen mención de los diferentes métodos de aturdimiento mecánico que se utilizan para la insensibilización del cerdo.

2.7.4.4.1.1 Pistola de perno cautivo penetrante

Método por el cual hay la penetración de un perno cautivo causando un daño cerebral grave e irreversible. El estado de inconciencia dura más de 60 segundos e incluso puede ser irreversible (Aecosan, 2015).

La pistola se coloca justo por encima de los ojos y 0.5 cm a la derecha de la línea media, en dirección al ángulo de la boca. No es conveniente usar este método en animales adultos, ya que el seno craneal está muy desarrollado y el cerebro se encuentra a mayor profundidad (Aecosan, 2015).

2.7.4.4.1.2 Arma de proyectil libre

El daño cerebral ocasionado es grave e irreversible por el impacto y la penetración de uno o varios proyectiles. Este tipo de aturdimiento puede ser peligroso para el personal, es por eso que se recomienda su utilización al aire libre y sobre una superficie blanda. Para las posiciones de disparo se consideran las mismas indicaciones que para la pistola de perno (Aecosan, 2015).

2.7.4.4.1.3 Golpe contundente en la cabeza

Este método es autorizado únicamente como método auxiliar, ningún operario deberá utilizar este método con más de 70 animales por día. Cabe señalar que el método es para lechones.

Se debe realizar un solo golpe seco en la parte de arriba de la cabeza de los lechones. La inconciencia puede durar entre 20 a 35 segundos (Aecosan, 2015).

2.7.4.4.1.2 Aturdimiento eléctrico

Este tipo de aturdimiento consiste en la aplicación de una corriente eléctrica a través del cerebro, provocando la inhabilitación de las funciones del animal y puede aturdir o matar según la localización, la frecuencia y la magnitud de la corriente. En caso de no ser aplicada correctamente puede presentarse hemorragias en los músculos y vísceras. Este tipo de aturdimiento induce un estado epiléptico durante 30 o 40 segundos, lo suficiente para realizar el desangrado (Méndez *et al.*, 2013).

2.7.4.4.1.2.1 Electronarcosis

El método de electronarcosis se realiza con unas pinzas eléctricas que estén en contacto con la cabeza formando un arco sobre el cerebro que facilite el paso de corriente eléctrica de 240 voltios (V) durante 4 a 5 segundos (Álvarez, 2005).

2.7.4.4.1.2.2 Electrocuci3n

Método de aturdimiento en el cual se somete el cuerpo del animal a una corriente eléctrica para provocar un paro cardíaco llevando al animal a la muerte. Se coloca un electrodo sobre la frente (entre los ojos) y el otro en la espalda a la altura del corazón, utilizando una corriente mínima de 1.30 Ampere. (Aecosan, 2015).

2.7.4.4.1.3 Gas (Inhalaci3n de di3xido de carbono)

El uso de di3xido de carbono (CO₂) es un método aplicable en rastros grandes, ya que el equipo utilizado es muy costoso; en México son pocos rastros que utilizan

este método. Las concentraciones de CO₂ para el aturdimiento de cerdos son de por lo menos 80% en el aire durante 45 segundos (Méndez *et al.*, 2013).

El sistema no requiere que los animales se sujeten y permite que el aturdimiento se realice en grupos o parejas y con ello reduce el nivel de estrés, sin embargo la aceptación desde el punto de vista del bienestar se ha puesto en duda ya que se tardan 12 segundos en perder la conciencia, además de que es tóxico y los cerdos tosen al formarse ácido carbónico con la humedad (Méndez *et al.*, 2013).

Los distintos métodos de aturdimiento conllevan una serie de ventajas y desventajas en cuanto a la calidad de la carne que se obtiene al final. (Álvarez *et al.*, 2005) realizaron investigaciones en donde involucraron a 453 cerdos, quienes fueron sometidos a las mismas condiciones de estabulación y manejo antemortem; de los cuales 158 fueron sometidos al aturdimiento con electronarcosis y resto con CO₂. Al final del estudio llegaron a las siguientes conclusiones; cuando el aturdimiento por CO₂ no es realizado correctamente puede ocasionar estrés en los animales. En cuanto a la calidad de la canal el sistema de aturdimiento eléctrico no es menos recomendable al aumentar las fracturas óseas, petequias y hemorragias en piezas nobles, en comparación con el método con CO₂.

CAPÍTULO III

CONCLUSIÓN

Cada vez es mayor el grado de atención que pone el consumidor en la calidad de la carne que consume, así como de los beneficios que este aspecto puede traer consigo, por lo tanto, esto representa más que nunca un reto para el productor, ya que debe garantizar que la calidad de la carne se conserve en todo momento, de ahí lo trascendental de estar muy atentos a cada fase de producción pero además en la fase de manejo que se da a los cerdos finalizados y que son destinados a sacrificio, es decir, desde la movilización de los animales en la granja para la carga, el traslado de los mismos al rastro, movilización dentro de las instalaciones del rastro, así como la aplicación de técnicas de insensibilización o aturdimiento de los cerdos momentos previos al sacrificio, dado a que en cualquiera de estos momentos de la fase antemortem se pueden hacer manifiestas las influencias de distintos factores como los de tipo ambiental, técnicos, genéticos y nutricionales sobre la calidad de la carne.

CAPÍTULO IV

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

AECOSAN 2015. Operaciones del sacrificio: aturdimiento. Grupo de trabajo de formación en bienestar animal. Agencia española de consumo, seguridad alimentaria y nutrición. Ministerio de sanidad, servicios sociales e igualdad. 57 p.

Alarcón, A., Gamboa J., Janacua H. 2008. Factores que afectan la calidad de la carne de cerdo. Revista Nacameh. Volumen (2): Pp 63-77.

Álvarez, D., Garrido D., Bañón S., Laencina J. 2005. Bienestar animal y calidad de la canal porcina según el sistema de aturdimiento. Anales de veterinaria de Murcia. Volumen (21): Pp 77-85.

<https://revistas.um.es/analesvet/article/view/2871> (04, febrero, 2020).

Araque, H. 2009. Sistemas de producción de cerdos. Universidad central de Venezuela. Maracay, Venezuela. P 4.

Arechavaleta, M., Camacho M., Braña D., Ramírez F. 2013. Factores genéticos que influyen en la calidad de la carne de cerdo. Centro nacional de investigación disciplinaria en fisiología y mejoramiento animal. Ajuchitlan, Querétaro. Folleto técnico (32): Pp 10 y 11.

- Asencios, G. R.** 2004. Variación del pH en la carne de cerdos beneficiados con aturdimiento eléctrico y sin aturdimiento. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú. 59 p.
- Bautista, J., Aquino L., Ríos F.** 2013. Efecto del manejo pre-mortem en la calidad de la carne. Nacameh. Volumen (7): Pp 41-64.
- Bekele, W. B.** 2014. Calidad de la carne de cerdo, efecto de la congelación y descongelación, uso del calentamiento dieléctrico para la descongelación y la espectroscopia dieléctrica para evaluar la calidad tecnológica. Tesis doctoral. Universidad autónoma de Barcelona. Bellaterra, provincia española de Barcelona. 171 p.
- Braña, D., Ramírez E., Rubio M., Sánchez A., Torrescano G., Arenas M., Partida J., Ponce E., Ríos F.** 2011. Manual de análisis de calidad en muestras de carne. Centro nacional de investigación disciplinaria en fisiología y mejoramiento animal. Colón, Querétaro. Folleto (11): Pp 7-13.
- Braun, O., Pattacini H.** 2011. Calidad de carne porcina, evaluación de propiedades tecnológicas de la res en cerdos alimentados con sorgo termoprocesado en la región semiárida pampeana. Santa Rosa, Argentina. UNLPam. Volumen (22): Pp 3-10.
- Camacho, S. C.** 2013. Calidad e importancia de la carne porcina. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú. Pp 3-10.

Campion, D. S. 2013. Calidad de la carne porcina según el sistema de producción [en línea]. Trabajo final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina. <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/calidad-carne-porcina-produccion.pdf>. (08, junio, 2019).

Carrero, G. H. 2005. Manual de producción porcícola. Tuluá, Colombia. P 5.

Centurión, O., Caldara R., Moi M., Almeida L., García G., Naas A., Alves F., Zeviani M., Seno O. Ambiente térmico y bienestar de los cerdos en el periodo de descanso previo al sacrificio. Brasil. Pp 241 y 248.

Chaves, J. 2017. Calidad de carne de cerdo. Bogotá, Colombia. P 3-4.

CIAP s/f. Razas porcinas. Centro de Información de Actividades Porcinas. [www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/2-Razas%20porcinas-CIAP%20\(1\).pdf](http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/2-Razas%20porcinas-CIAP%20(1).pdf) (12, noviembre, 2019).

Eusse, J. 2009. La carne de cerdo, guía práctica para su comercialización. Medellín, Colombia. 6 p.

Fabregas, E., Velarde A., Diestre A. 2003. El bienestar animal durante el transporte y sacrificio como criterio de calidad. Sitio argentino de producción animal. Centro de tecnología de carne. Córdoba, Argentina. <http://www.produccion-animal.com.ar/> (20, septiembre, 2020).

FAO 2006. Mapas mundiales. P 379.

FAO 2010. Manejo sanitario eficiente de los cerdos. Roma, Italia. Pp 16, 18, 19 y 21.

FAO 2014¹. Cerdos y la producción animal. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAO. México, D.F. 1 p.

FAO 2014². Cerdos y la nutrición humana. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAO. México, D.F. 1 p.

FAO 2014³. Fuentes de carne. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAO. México, D.F. 1 p.

FAO 2014⁴. Consumo de carne. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAO. México, D.F. 1 p.

FAO 2014⁵. Calidad de la carne. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAO. México, D.F. 1 p.

FAO 2015. Composición de la carne. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAO. México, D.F. 1 p.

FAO 2016. Cerdos Y. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAO. México, D.F. 1 p.

FIRA 2016. Panorama agroalimentario. Dirección de investigación y evaluación económica y sectorial. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. FIRA. P 4.

Galiotta, G. 2005. Calidad de la carne porcina. Facultad de agronomía, universidad de la República. Pp 33-38.

Gil, F., Ramírez G., Ayala M., López O., Latorre R., Martínez F., Sánchez C., Arencibia A., Orenes M., Vazquez J. S/f. Anatomía interactiva del cerdo. Manual de prácticas de anatomía veterinaria: sistemas viscerales. Murcia, España. Pp 2, 3, 13 y 27.

Grandin, T. 2003. El bienestar de los cerdos durante su transporte y faena. Sitio argentino de producción animal. Departamento de ciencia animal. Universidad del Estado de Colorado.
<http://www.produccion-animal.com.ar/> (28, septiembre, 2020).

INT 2016. Manual del protagonista. Anatomía y fisiología animal. Pp 1, 25, 35, 52, 60, 61, 64, 69, 71, 72, 75, 88, 90 y 98.

Ludtke, C. S/f. WAP. Word Animal Protection. Sacrificio humanitario de porcinos. Sao Paulo, Brasil. Pp 29-31 y 36.

MAPBA 2018. Manual de porcinos. Provincia Buenos Aires. Argentina. P 5.

Méndez, D., Aluja A., Rubio M., Braña D. 2013. Manual de bienestar animal para operarios de matanza de rastros de cerdos. Primera edición. Instituto nacional de investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias. Querétaro, México. Pp 22, 38-44.

Montero, E., Martínez R., Herradora M., Ramírez G., Espinosa S., Sánchez M., Martínez R. 2015. Alternativas para la producción porcina a pequeña escala. Editorial de la secretaria de planeación y vinculación. Primera edición. Coyoacán. México. Pp 15, 19, 20, 21 y 23.

Neira, A. H. 1987. Anatomía y fisiología comparada del cerdo, gallina y conejo. Servicio nacional de aprendizaje ministerio de trabajo y seguridad social regional del valle. Valle, Colombia. 45 p.

OCDE 2019. Exámenes de mercado en México: Estudio de caso del mercado de la carne de cerdo. Pp 11, 26, 45-47.

www.oecd.org/daf/competition/exámenes-de-mercado-en-mexico-estudio-de-caso-del-mercado-de-la-carne-de-cerdo.htm (18, agosto, 2019).

Pauta, L. J. 2010. Determinación de la variabilidad del contenido y la composición de la grasa intramuscular en cerdos de la raza duroc. Tesis de maestría. Universidad de Barcelona. Barcelona. España. 38 p.

Producción porcina s/f. Razas de cerdos.

<https://laporcicultura.com/razas-porcinas/> (21, septiembre, 2019).

Real Academia Española. Diccionario de la lengua española 23.^a ed., [versión 23.3 en línea].

<https://dle.rae.es.es/?w=cerdo>. (20, febrero, 2020).

Reyna, L., Figueroa J., Martínez R. 2016. Calidad de la carne de cerdo en canal, impacto de los genes halotano y napole. Revista Ciencia UANL. Volumen (80): Pp 74-80.

Rojas, G., Alvirde S., Morales M. 2015. Compendio estadístico del sector porcícola. Pp 2 y 4.

Rojas, G., Alvirde S., Morales M. 2019. Compendio estadístico del sector porcícola 1er semestre. Pp 2 y 4.

Segura, P. F. 2015. Efecto de distintas estrategias de alimentación en el contenido de grasa intramuscular, la estructura de los triglicéridos y las propiedades reológicas de la grasa en el cerdo. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España. 262 p.

UBA 2014. Plan provincial de activación porcina. Universidad de buenos aires. P 7.

Villarino, M. A. 2004. Carne de cerdo y alimentación saludable. Universidad Complutense de Madrid. 4 p.