

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

**Instituto de Ciencias Agrícolas
Instituto en Investigaciones en Ciencias Veterinarias**



**CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA
CARNE EN CERDOS SACRIFICADOS A PESOS PESADOS**

T E S I S

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:
DOCTOR EN CIENCIAS AGROPECUARIAS**

PRESENTA

M.C ANDREA RODRÍGUEZ TREJO

Director de tesis

DR. ALBERTO BARRERAS SERRANO

La presente tesis “**características de calidad de la canal y de la carne en cerdos sacrificados a pesos pesados**” realizada por la **C. Andrea Rodríguez Trejo** dirigido por el **Dr. Alberto Barreras Serrano**, ha sido evaluada y aprobada por el Comité Particular abajo indicado, como requisito parcial para obtener el grado de:

Doctor en Ciencias Agropecuarias

Comité Particular

Dr. Alberto Barreras Serrano

Director de Tesis

Dr. Eduardo Sánchez López

Sinodal

Ph.D. Fernando Figueroa Saavedra

Sinodal

Ph.D. Cristina Pérez Linares

Sinodal

Dra. Alma Tamayo Sosa

Sinodal

CONTENIDO

	página
LISTA DE FIGURAS	v
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT	vii
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Porcicultura en México	4
La canal porcina	5
Determinación de la calidad de la canal	6
Indicadores de la calidad de la canal porcina	6
Espesor de la grasa dorsal	6
Marmoleo.....	7
Área del ojo de la costilla.....	8
Peso de la canal caliente.....	10
Largo de la canal.....	10
Calidad de la carne	11
Indicadores de la calidad de la carne	12
Ph.....	12
Color.....	13
Capacidad de retención de agua.....	15
Esfuerzo al corte.....	17
Factores que afectan la calidad de la canal y de la carne	18
Nutrición.....	18

Grupo genético.....	19
Edad.....	20
Peso al sacrificio.....	21
Engrasamiento.....	22
Sexo.....	22
Medio ambiente.....	23
LITERATURA CITADA.....	25
EXPERIMENTO I.....	33
Summary.....	34
Resume.....	34
Introduction.....	35
Material and methods.....	36
Result and discussion.....	38
Conclussion.....	40
References.....	41
EXPERIMENTO II.....	47
Resumen.....	48
Abstract.....	49
Introducción.....	50
Materiales y métodos.....	51
Resultados y discusión.....	53
Conclusiones.....	55
Referencias.....	56
CONCLUSIONES.....	59

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Medición del espesor de la grasa dorsal	9
Figura 2. Plantilla para medir el área del ojo de la costilla	9

RESUMEN

Con la finalidad de conocer el efecto que tiene el sexo y los pesos altos al sacrificio en la calidad de la canal y de la carne en cerdos, se llevaron a cabo dos trabajos. En el primer trabajo se formaron dos grupos de 15 animales cada uno bajo un sistema tecnificado: el grupo1 fueron animales con un peso de entre 85 a 99 kg, y el grupo2 animales con un peso de entre 100 a 117 kg. Las variables de estudio fueron largo de la canal, grasa dorsal, área del ojo de la costilla, marmoleo y esfuerzo al corte, y evaluadas entre grupos por sexo y peso al sacrificio. Los resultados no mostraron diferencia significativa ($p>0.05$) en el largo de la canal (LC), grasa dorsal (GD), marmoleo y esfuerzo al corte entre grupos de peso. Sin embargo se observaron diferencias significativas ($p<0.05$) para área del ojo de la costilla (AOC). Estos datos sugieren que los animales pueden ser llevados al sacrificio a mayor peso sin que esto disminuya su valor comercial. En el segundo trabajo, se formaron dos grupos de 15 animales cada uno bajo un sistema de traspatio: el grupo1 animales con un peso de entre 79 kg a 91 kg, y el grupo2 animales con un peso de entre 97.5 kg a 130 kg. Las variables de estudio fueron Peso de la canal caliente, largo de la canal, marmoleo, espesor de grasa dorsal, área del ojo de la costilla, pH, color, capacidad de retención de agua y esfuerzo al corte. Las cuales fueron evaluadas entre grupos por sexo y peso al sacrificio. Los resultados no mostraron diferencia significativa ($p>0.05$) para ninguna característica en cuanto al sexo. Sin embargo se observaron diferencias significativas entre grupos ($p<0.05$) para peso de la canal caliente, grasa dorsal, marmoleo, largo de la canal y esfuerzo al corte. En cuanto al análisis económico, hubo ganancias de entre 18.76 pesos hasta 750.72 pesos dependiendo del peso al sacrificio del animal. Los datos sugieren que es rentable económicamente dejar más tiempo en engorda a los animales, sin embargo la calidad de la carne se ve afectada significativamente.

Palabras claves: Cerdos, calidad de la canal, calidad de la carne, peso al sacrificio.

ABSTRACT

In order to know the effect of sex and high slaughter weights on carcass and meat quality in pigs, they were held two experiments. In the first experiment, two groups of 15 animals each one with gilts and castrated male in same proportion were made: group1 animals weighing between 85 to 99 kg, and the group2 animals weighing between 100 to 117 kg. The traits included were: carcass length, 10th rib fat thickness, loin eye area at the 10th rib, marbling and shear force and were evaluated between groups for sex and slaughter weight factors. No significant differences ($p > 0.05$) for carcass length (CL), 10th rib fat thickness (RFT), marbling and shear force were observed between groups. However significant difference ($p < 0.05$) for loin eye area at the 10th rib (LEA) was observed for slaughter weight groups. These data suggest that heavier animals may be taken to slaughter without decreasing its commercial value. In the second experiment, two groups of 15 animals were evaluated. Animals in group 1 weighting between 79-91 kg and group 2 between 97.5-130 kg. In addition gender was recorded in each animal. The variables evaluated were hot carcass weight, canal length, marbling score, backfat thickness, rib eye area, pH, color, water holding capacity, and shear force ad evaluated between groups for sex and slaughter weight factors. The results showed no significant difference ($p > 0.05$) for any of the variables related to sex. However, significant differences were observed between groups ($p > 0.05$) for the variables hot carcass weight, backfat thickness, marbling score, canal length, and shear force. In terms of economic analysis there were profits between 18.76 and 750.72 pesos depending on animal slaughter weight. This study suggests that is cost effective to fatten the pigs for a longer period however the quality of meat is significantly affected.

Keywords: Pigs, meat quality, carcass quality, slaughter weight.

INTRODUCCIÓN

Los cerdos son una de las especies domésticas más productivas que existen, debido a su prolificidad, conversión alimenticia y velocidad de crecimiento; sin embargo se ha manejado en teoría que los animales con más de 100 kg en engorda, dejan de desarrollar músculo y el alimento consumido se convierte en tejido adiposo, aumentando el espesor de la grasa dorsal y engrasando las vísceras, por lo que el productor ve disminuidas sus ganancias totales al verse castigado el precio de canales muy grasosas. Lo anterior supone pérdidas económicas sobre la ganancia total neta para los productores, debido a que se invierte alimento en animales que se cree no aumentarán más de talla, además de ocupar espacio en los corrales. Además en los análisis de los costos totales de producción en las empresas porcícolas, el gasto por concepto de alimentación representa de entre un 60 a un 70%.

Por otro lado, un sacrificio a una mayor edad y peso pueden influir en la calidad de la canal y de la carne, por una modificación en las características organolépticas de la carne (Sañudo y Campo, 1997). Igualmente se ha documentado que las hormonas sexuales influyen sobre el crecimiento de los animales machos y hembras provocando las evidentes diferencias en tamaño y engrasamiento entre sexos (Warris, 2003). Lo cual podría ser un componente de variación sobre valores de calidad tanto de la canal como de la carne. Entonces, desde el punto de vista económico es de suma importancia este punto debido a que las pérdidas debido a la baja calidad de la carne, son de alrededor del 20 %. Sin embargo la recomendación acerca del peso óptimo al cual los cerdos deben ser sacrificados es obsoleta debido a que en la actualidad el componente genético del cerdo que se destina a la engorda comercial se ha modificado por efecto de la utilización de aditivos y de interacción génica produciendo animales con altas tasas de crecimiento, productores de carne magra, y con mejor utilización del alimento (Goer et al., 1995). Por lo que cerdos que se engordan actualmente en

explotaciones intensivas, deben tener el potencial a ser sacrificados a pesos arriba de los 100 kg sin comprometer el mérito de la canal, la eficiencia de alimento y la calidad de la carne (Campagna et al., 2003).

Debido a la creencia popular acerca del peso al cual deben ser sacrificados los cerdos comercialmente el objetivo de este trabajo es conocer el efecto que tiene el sexo y los pesos altos al sacrificio sobre la calidad de la canal y de la carne en una granja tecnificada y de traspatio así como el impacto económico que tiene dejar a los animales más tiempo en engorda.

REVISIÓN DE LITERATURA

La carne según el código alimentario Español se define como la parte comestible de los animales sanos sacrificados en condiciones higiénicas. En general, la composición de la carne se establece durante la vida del animal, mientras que su calidad se ve fuertemente afectada por factores ante-mortem y post-mortem. Aunque, la importancia de los diferentes aspectos cualitativos de la calidad de la carne difiere en función del segmento de la cadena cárnica en que se analice (producción, industrialización o comercialización). Los atributos organolépticos son de gran importancia para el consumidor cuando se habla de carne fresca. El consumidor asocia, como atributos de calidad de la carne, el color (intensidad y coloración), la terneza, la jugosidad, la apariencia (grasa intramuscular, marmoleo, exudación), el sabor y el aroma. Mientras que la industria centra más la atención en factores como pH, la capacidad de retención de agua, textura y ausencia de sabores anómalos. Estos atributos están influenciados por factores como la raza, la edad, la dieta, el manejo ante-mortem, los procesos de matanza y las prácticas de manejo post-mortem, las características intrínsecas del músculo y tejido conectivo, y temperatura de cocción de la carne. En general, para definir la calidad de la carne y sus productos cárnicos se deben considerar las cualidades que constituyen el valor sensorial (calidad organoléptica) y nutritivo (calidad nutritiva) que junto con una serie de propiedades funcionales necesarias en el procesado y la fabricación de los productos cárnicos se incluye la calidad tecnológica y la calidad higiénico-sanitaria. Desde el punto de vista bioquímico, la carne es el resultado de una serie de transformaciones y reacciones bioquímicas, que tienen lugar en el músculo tras la muerte del animal y que definirán en gran parte la calidad de la carne (Andujar et al., 2003).

El mayor conocimiento de los consumidores respecto del papel de la dieta en la salud, junto con una difusión, en ocasiones alarmista, de la implicación de los ácidos grasos saturados en las enfermedades coronarias, ha provocado una

demanda de carnes cada vez más magras. Por este motivo, en los últimos años, se ha realizado un importante esfuerzo por reducir la grasa de la canal y de la carne en la producción porcina. Esta reducción ha provocado la pérdida de calidad sensorial (principalmente de jugosidad) y tecnológica de la carne. En este sentido, se ha demostrado que la calidad de la grasa está en función del espesor del panículo adiposo. Así, cuando se reduce el panículo graso, la firmeza de la grasa disminuye y su ligazón a los tejidos anexos también (Pedauyé et al., 1994).

Porcicultura en México

La producción de carne de cerdo guarda una gran relevancia dentro de la ganadería mexicana, al representar aproximadamente una cuarta parte de la carne que se producen en el país y ubicarse como una de las carnes más demandada en el medio rural, en donde la producción de traspatio se ha mantenido como fuente de abastecimiento de carne para esa población. En los últimos años la producción de carne de porcino ha jugado un papel fundamental dentro del abasto de carnes en México. Esta rama de la producción ganadera ha enfrentado problemas relacionados con el encarecimiento de los insumos, los cambios en los hábitos de consumo de la población y las campañas de descrédito, que han conllevado al crecimiento de la demanda por carnes blancas y su sustitución en la elaboración de carnes frías y embutidos. En México coexisten tres grandes estratos de producción, el Tecnificado, el Semitecnificado y el de Traspatio, dentro de los cuales, el primero ha cobrado relevancia al incrementar paulatinamente su participación en el mercado doméstico, misma que es del 50%. El Semitecnificado ha decreciendo ante las presiones económicas y la falta de competitividad, de ahí que solamente aporte el 20% de la producción, con una tendencia clara hacia su desaparición, en tanto que el Traspatio, se ha mantenido gracias a su concurrencia a mercados locales difícilmente cubiertos por algunos de los estratos anteriores, aportando el 30% de la producción nacional (SAGARPA, 1998).

El sector porcícola comprende 15 millones de cabezas en inventario, de las cuales 9.4 millones son explotadas en cinco mil 434 granjas tecnificadas, 3.5 millones en

granjas semitecnificadas, y 2.1 millones en traspatio. De acuerdo con el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), la producción alcanzó, en 2012, 1.2 millones de toneladas, con un valor de 26 mil millones de pesos. Este sector también es consumidor de cinco millones de toneladas de granos y pastas de oleaginosas al año. En 2012, los principales estados productores de carne de cerdo fueron Sonora y Jalisco con un porcentaje del 19%, seguidos por Puebla, con un 10%; Guanajuato, 9%; Yucatán, 8%; Veracruz, 7%; Michoacán y Oaxaca, 3%; Tamaulipas y Chiapas, 2% y, finalmente, el resto del país, que conjunta 18% de la producción nacional. Destaca el dato de que el consumo per-cápita se ha incrementado en los últimos años; se estima que el consumo actual es de 16.4 kilogramos al año, lo que contrasta con los 14.2 kilos de habitante por año en 2006 (SAGARPA, 2013).

La canal porcina

De forma genérica, se entiende por canal el cuerpo del animal tras el desangrado y la retirada de las partes no adecuadas para consumo humano, las vísceras y otras porciones (Prändl, 1994).

El tipo de carne demandada por el consumidor va a determinar el peso de la canal del cerdo en matadero y, con respecto a esto, el peso vivo (PV) de los cerdos al sacrificio varía desde el cerdo para consumo directo con 65-80 kg de PV, hasta el cerdo polivalente con 115-120 kg de PV. El peso de la canal al sacrificio viene determinado por diversos factores: genotipo, edad, sexo, condiciones de alojamiento y alimentación, etc. (Ciriá y Garcés, 1995).

Determinación de la Calidad de la Canal

La calidad de la canal está influenciada por algunos factores antemortem tales como: transporte, alimentación, raza, sexo y peso. Estas condiciones previas al sacrificio pueden afectar de manera negativa el pH y el color, produciendo carnes pálidas suaves y exudativas (PSE), las cuales son rechazadas en la industria cárnica. El sexo y el peso de los animales afectan los rendimientos de la canal, mientras que la raza puede influir de manera importante sobre la deposición de grasa tanto intramuscular como de cobertura, que a su vez influye en el rendimiento del deshuese y en el tiempo que necesita la canal para alcanzar la temperatura interna deseada. Durante el rigor mortis, en la canal suceden algunos cambios importantes como son: temperatura, pH, color y peso (Gator et al., 2008).

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 (Schön, 1973).

INDICADORES DE LA CALIDAD DE LA CANAL PORCINA

Marmoleo

Es la grasa visible presente en los espacios interfasciculares del músculo. Aunque existen variaciones entre especies, la grasa intramuscular tiende a acrecentarse con la edad, una vez completadas las principales etapas del crecimiento del músculo y con el descenso de la actividad (Price y Schweigert, 1994). Existe una correlación positiva entre el marmoleo y el engrasamiento en general. Existe evidencia suficiente para concluir que el marmoleo contribuye significativamente a la palatabilidad, pero su relación no es generalmente muy alta.

Un marmoleo demasiado escaso puede ser el responsable de un producto seco y carente de aroma; por otro lado, si es excesivo aunque proporciona una energía extra al consumidor, no contribuye proporcionalmente a su palatabilidad (Price y Schweigert, 1994).

El marmoleo es evaluado sobre la superficie del ojo del lomo. El método más utilizado para evaluarlo es la simple comparación con la carta publicada por El Consejo Nacional de Porcicultores de los Estados Unidos (NPPC, por sus siglas en inglés) la cual es una medida subjetiva que refleja la cantidad de grasa dentro del músculo. Esta medida es la que mayor efecto tiene en el sabor y la jugosidad, y en cierto grado en la textura (Ramirez, 2006).

El marmoleo es un rasgo importante de calidad. Se ha empleado como índice en la evaluación de canales debido a que sirve para establecer las categorías o grados que contribuyen directamente al valor de la carne en los mercados internacionales (Harper y Pethick, 2004). Thompson (2004) discutió un mecanismo por el cual la grasa intramuscular impacta en la terneza de la carne, aunado a esto el marmoleo tiene una relación positiva sobre la jugosidad y sabor de la carne. Esta grasa tiene un efecto sobre la dureza del tejido conectivo y es debido a la deposición de grasa en las células, por lo tanto, cuando el marmoleo es alto, se reduce la dureza del tejido conectivo (Bindon, 2004).

Espesor de la grasa dorsal

Se define como la medida en milímetros de grasa subcutánea entre la 10^a y la 11^a costilla. El espesor de grasa dorsal debe ser medido en partes del ancho del área de ojo de bife, considerando que el inicio de este se encuentra próximo a la columna vertebral (Ferrairo y Fernandez, 2007). El espesor de grasa sobre el músculo Longissimus dorsi ha resultado ser un indicador útil de la cantidad absoluta de grasa de la canal (Berg y Butterfield, 1979). Las medidas de grasa tomadas sobre el músculo longissimus, aproximadamente tres cuartos de distancia de la línea media

al borde lateral del músculo (Figura 1), son indicadores más precisos de la grasa que las medidas tomadas en la superficie de las canales (Kempster y Evans, 1979).

La grasa de cobertura de la canal, ejerce una acción protectora sobre los músculos; regulando por una parte el enfriamiento de los mismos y evitando por otra el oscurecimiento de la carne como consecuencia de la oxidación de la mioglobina (Lawrie, 1966). McCrae et al. (1971), indican la conveniencia de un mínimo de grasa de cobertura para evitar el acortamiento por frío cuando las canales son refrigeradas rápidamente. El espesor de la grasa de cobertura está en relación directa con la grasa total de la canal y por lo tanto con su porcentaje. Esta medida fue propuesta por Colomer-Rocher et al. (1988) tomándola en un punto situado a 4 cm. de la línea media y a 4 cm. del borde posterior de la última costilla

Área del ojo de la costilla

Es la medida del área del músculo dorsal largo (*longissimus dorsi*) en centímetros tomada de entre la 10^a y 11^a costilla. Es un fiel indicador de la calidad de la canal y tiene una correlación negativa con el engrasamiento: cuando aumenta la musculatura disminuye el engrasamiento y viceversa, lo que hace necesario un buen punto de equilibrio. A la vez, a mayor musculatura se obtiene mayor rendimiento en canal (Ferrairo y Fernandez, 2007). Permite evaluar varios indicadores relacionados con el rendimiento carnicero y con la calidad de la carne. El “ojo de la costilla” puede evaluarse in-vivo mediante el uso de técnicas de ultrasonografía, o una vez faenado el animal, al seccionar la media canal utilizando plantillas (Figura 2). (Boggs et al., 1998). Este método inicialmente fue diseñado para bovino; sin embargo, actualmente es posible usarlo para otras especies como cerdo, ovino y caprino.

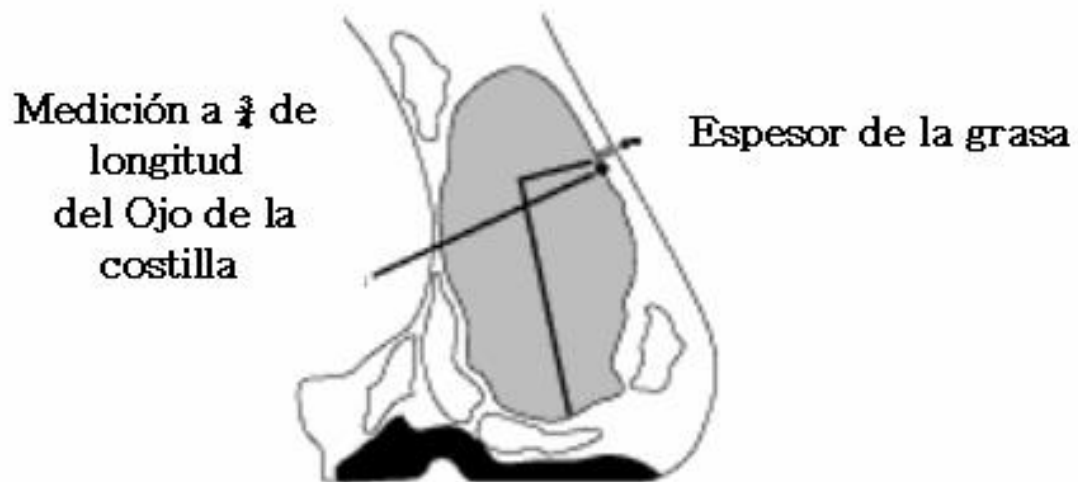


Figura 1. Medición del espesor de la grasa dorsal

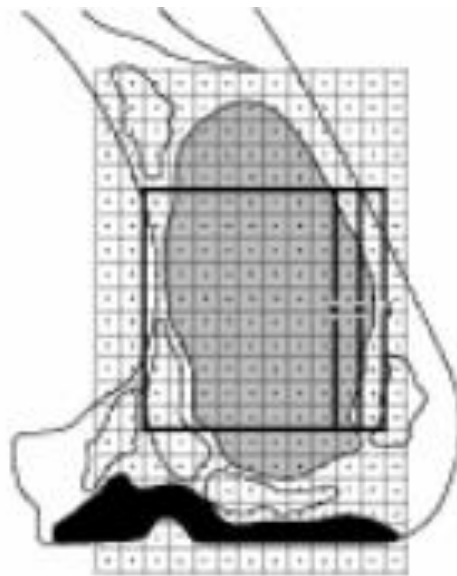


Figura 2. Plantilla para medir el área del ojo de la costilla

Peso de la canal caliente

El peso de la canal caliente (PCC) es el peso de la canal justo cuando acaba de faenarse en el matadero, y el peso de la canal fría (PCF) es el peso de la canal después de un periodo de refrigeración, que suele ser de 24 horas. El peso de la canal es una característica de gran interés ya que influye en su conformación, engrasamiento, composición en tejidos y proporción de piezas, y por lo tanto incide directamente en su calidad y precio. Está directamente correlacionado con el peso de sacrificio, y este debe coincidir con el punto de madurez en el cual la raza alcanza un nivel de calidad deseable u óptimo (Berg y Butterfield, 1976). El peso de la canal, comercialmente es el que determina el valor de la misma, ya que la industria comercializa sobre la base de precio por kilogramo (Harris, 1982).

Para cada especie, sistema de producción, raza y sexo, hay un peso óptimo de sacrificio que se corresponde con el peso de canal, que reúne las características que satisfacen un determinado mercado. La consecución del peso óptimo de sacrificio para cada situación concreta, conduce a la máxima rentabilidad (Colomer-Rocher y Espejo, 1973).

Largo de la canal

El largo de la canal no está necesariamente relacionado con la composición, pero sí con las características de producción del animal vivo. Se mide empleando una cinta métrica desde el borde anterior de la sínfisis pubiana al borde anterior de la primera costilla en su punto de unión con la primera vértebra torácica. La longitud ideal va de 74 a 79 cm en un cerdo de 90 Kg (Mota et al., 2006).

CALIDAD DE LA CARNE

El concepto de “calidad de carne” fue definido desde 1973, como la suma de todas las propiedades sensoriales, nutritivas, higiénicas, toxicológicas y tecnológicas de la carne (Hofmann, 1994); el autor argumenta que el término “suma” no debe de entenderse como una expresión matemática, si no más bien como un sinónimo del término “conjunto”.

Desde el punto de vista práctico y objetivo en la década de los 90’s, la calidad de la carne se definió como la totalidad de las propiedades y características de la carne que son importantes por su valor nutritivo, sensorial, para la salud humana y para el procesamiento industrial (Hofmann, 1994).

La calidad de la carne en el porcino puede definirse básicamente en relación a su color, exudado, firmeza, nivel de veteado y la composición en ácidos grasos. Todas estas características afectarán a su calidad tecnológica, es decir su calidad como materia prima y a sus características nutricionales y sensoriales. Para determinar la calidad de la carne se utilizan, en general, el lomo y los músculos del jamón. Para predecir la calidad final de la carne no siempre es posible a través de medidas realizadas al poco tiempo después del sacrificio, ya que algunas características no están del todo expresadas. Es por eso que es necesario realizar medidas o análisis de la carne a partir de 24 horas *post-mortem* (Hornstein and Wasserman, 1994).

El tejido cárnico consta básicamente de agua, proteína, grasa y glúcidos, además de pequeñas cantidades de vitaminas y otros compuestos orgánicos. La calidad tecnológica de la carne está influenciada por efectos de fondo o de base (por el tejido conjuntivo), y por efectos debidos a la actomiosina. Estos dos elementos estructurales, influyen en la dureza de la carne de maneras totalmente diferentes. El tejido conectivo, principalmente colágeno, afecta a la dureza mediante un incremento lento y dependiente de la edad, mientras que las proteínas

contráctiles, influyen en la dureza por medio de un rápido acortamiento debido al incremento en el número y organización de los puentes de actomiosina tras la muerte del animal. (Hornstein and Wasserman, 1994).

INDICADORES DE LA CALIDAD DE LA CARNE

pH

Es una medida relativa a la acidez o alcalinidad de la carne, un pH de 7.0 se considera neutro; entre más bajo el pH es más ácido, en la mayoría de los casos el pH de la carne porcina tenderá a ser ligeramente ácido. El músculo generalmente tiene un pH de 7.0 a 7.2. Después de que el animal muere, el pH tiende a caer gradualmente durante las siguientes 12 a 24 horas hasta llegar a un pH final de entre 5.5 y 5.8. La razón principal de esto es la formación en el músculo de ácido láctico a partir de las reservas de glucosa (Ramírez, 2006).

El valor del pH disminuye tras la muerte del animal, principalmente, debido a la degradación del glucógeno a ácido láctico, una reacción en la que el músculo trata de producir energía en ausencia de oxígeno. Esta reacción, depende importantemente de la actividad de una serie de enzimas que son sensibles a la temperatura, por lo que es relevante considerar la temperatura del músculo al momento de hacer la medición del pH. Qué tanto tiempo haya pasado entre la muerte de una animal y el momento en que se le midió el pH, es un factor relevante, ya que la acumulación del ácido láctico normalmente continúa hasta cerca de 24 h posteriores a la muerte. Además de la extensión total que se tenga en la caída de pH, se sabe que es también importante el conocer con qué velocidad se dio ese cambio, siendo particularmente relevante lo que sucede en las 3 primeras horas post-mortem (Johnson, 1994).

Una vez ocurrido el sacrificio del animal, se lleva a cabo el proceso de transformación del músculo en carne. La carne es el resultado de dos cambios

bioquímicos que ocurren en el período *post-mortem*: el establecimiento del *rigor mortis* y la maduración. El principal proceso que se lleva a cabo durante el establecimiento del *rigor mortis* es la acidificación muscular. Tanto el valor final del pH o pH último (pHu), que es medido aproximadamente a las 24 h después del sacrificio, como la velocidad de caída del mismo durante la transformación del músculo en carne, afectan las características organolépticas y tecnológicas de la carne (Warris, 2003).

La medición del pH es considerado un buen indicador de los cambios bioquímicos postmortem que sufre la canal. Además, existe una fuerte correlación entre pH, color y capacidad de retención de agua; si el valor de pH se aproxima al punto isoeléctrico de las proteínas, hay una mínima retención de agua y una mayor decoloración (Gastón et al., 2008).

La variación en los valores de pH, se da por un sinnúmero de factores, algunos de ellos son intrínsecos al animal (genética, metabolismo, susceptibilidad al estrés, etc.), pero normalmente los factores más relevantes tienen que ver con el ambiente en que se manejó el animal y su canal durante las 24 horas previas y posteriores al faenado. Previo al faenado, el manejo es un factor clave, ya que un exceso de estrés provocará la sobreproducción de adrenalina, que tiende a promover la degradación de glucógeno y por ende, favorece la caída abrupta del pH (acidificación). Luego del faenado, una mala refrigeración de la canal, con temperaturas elevadas, promoverá también una rápida caída del pH. Dependiendo de la velocidad de la disminución del pH post-mortem y del pH final alcanzado por la carne, se distinguen diferentes tipos de carne (Johnson, 1994).

Color

El color es otro indicador importante de la calidad de la canal; los cambios visibles de color ocurren en el músculo durante su refrigeración y tiene influencia en la aceptabilidad del consumidor al momento de realizar su compra (Savell, 2003).

La carne fresca de cerdo debe ser de un color rojo-rosado. Los músculos individuales son usualmente uniformes en color, pero los músculos en conjunto muchas veces varían considerablemente en color. Un color más oscuro puede resultar de: un aumento en la cantidad de pigmentos de color, debida a una edad más avanzada, o una mayor actividad fisiológica; una menor penetración de oxígeno en la superficie; deshidratación en la superficie; contaminación bacteriana; falta de acumulación de ácido láctico después del sacrificio y durante el enfriamiento de la canal. Por otro lado un color rosa pálido, casi gris puede ser el resultado de una rápida conversión de glucógeno muscular a ácido láctico, causando un rápido aumento de acidez inmediatamente después del sacrificio (Pérez y Andujar, 2000).

El consumidor relaciona el color de la carne con la calidad sensorial y microbiana (carne sana y comestible) de la carne. Existen una serie de factores que afectan al color, tales como: genética, alimentación, conservación de la carne, etc. Según Honikel et al. (1998) existen tres fuentes de la variación del color en el músculo:

1. 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.
2. 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.
3. 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.

De acuerdo con el National Pork Board (NPB) (2000), las mediciones de color en la carne cruda son afectadas por la nutrición del animal, la velocidad de

enfriamiento de la canal, el tipo de músculo, la orientación de las fibras, el pH del músculo, el tiempo y la temperatura de almacenamiento post-mortem, el tiempo de exposición del músculo al oxígeno, el grado y la distribución del marmoleo, la humedad y brillo de la superficie y la concentración de mioglobina. Por ello, es de gran importancia estandarizar tanto como sea posible las variables en la medición de color de las muestras a ser comparadas, y considerar todos estos factores al momento de procesar las muestras. Siempre se deberá de asociar la medición de color, con la del pH de la carne.

Existen técnicas más objetivas para describir el color, como el sistema que se basa en el uso de estándares de iluminación que considera las coordenadas de color L* (luminosidad), a* (coordenada verde-rojo) y b* (coordenada azul-amarillo) mediante el uso de espectrofotómetros o colorímetros. Esta metodología es la mayormente utilizada en la evaluación del color de la carne (Gastón et al., 2008).

Capacidad de retención de agua

La capacidad de retención de agua (CRA) se define como la capacidad de la carne de retener su agua durante la aplicación de fuerzas externas, tales como cortes, calentamiento, trituración y prensado o centrifugación. Es la propiedad más estudiada en cuanto a tecnología de alimentación, y de ella dependen otras tales como color, terneza y jugosidad de los productos cárnicos. Es importante en cualquier producto cárnico, ya que determina dos importantes parámetros económicos: las pérdidas de peso en los procesos de transformación y la calidad de los productos obtenidos (Chorni, 2000).

La CRA es un factor importante, ya que las ganancias o pérdidas de agua afectan el peso y el valor económico de la carne, por esto, cuando la carne presenta poca CRA, las pérdidas de humedad durante el almacenamiento son grandes, consecuentemente se pierde peso muscular durante esta etapa. Esta pérdida de humedad se presenta de tres formas. a) Por evaporación, en la cual se pierde el

agua que se encuentra en forma libre en el músculo, durante el enfriamiento, y la cual se estima aproximadamente en 2%, b) por goteo, el cual tiene lugar durante la exposición de los cortes a venta, durante el transporte y almacenamiento y c) durante el cocinado (25-35%). La pérdida de humedad se lleva a cabo en las superficies del músculo que se encuentran expuestas a la atmósfera. Por lo que además de perder agua, también se eliminan algunas proteínas solubles, vitaminas y minerales (Offer y Knight 1980).

De esta propiedad dependen otras como el color, la dureza y la jugosidad de la carne y de los productos cárnicos. Determina dos importantes parámetros económicos: las pérdidas de peso y la calidad de los productos obtenidos. Las pérdidas de peso se producen en toda la cadena de distribución y transformación y pueden alcanzar al 4-5% del peso inicial, siendo corrientes pérdidas del 1,5 al 2%. Por ello, el estudio de esta propiedad es muy importante a la hora de caracterizar la calidad de una carne (Hamm 1960).

Swatland, (1991) menciona que muchas de las propiedades sensoriales de la carne como son el color, la textura y la firmeza, están relacionadas con la cantidad de agua que se tiene contenida o retenida en la carne. Nutricionalmente, una baja CRA resulta en pérdidas importantes de agua, que acarrearán, proteínas, minerales y vitaminas hidrosolubles. Desde el punto de vista industrial, la capacidad de una carne para retener el agua originalmente contenida, así como el agua que se añade durante los procesos industriales, por ejemplo durante el marinado o la inyección, influye en la eficiencia del sistema y dicta en parte el rendimiento final del producto. Una pobre retención de agua, provoca un goteo constante que interfiere en los sistemas de empaque, así como en los sistemas de salazón en seco.

La CRA es influenciada (hasta cierto punto) por el pH del músculo, mientras más alejado este el pH del punto isoeléctrico de las proteínas del músculo, más agua se retendrá. Por ejemplo, en valores superiores a 5.8 de pH, se favorece la capacidad de las proteínas para ligar las moléculas de agua. Además del pH, otros factores que afectan la CRA, son la especie de que proviene la carne, el tipo de

fibra, la estabilidad oxidativa de sus membranas, el proceso de maduración, y de ser el caso, el sistema utilizado para congelar y descongelar las carnes (Swatland, 1991).

Esfuerzo de corte (EC)

La ternura es la cualidad de la carne de dejarse cortar y masticar (con mayor o menor facilidad) antes de la deglución, estando directamente ligada a la resistencia mecánica del producto consumible. El caso contrario sería la dureza, definida como la propiedad de la textura manifestada por una alta y persistente resistencia a la rotura en la masticación (Jowitt, 1974). Para Weir, (1960) la carne puede considerarse como la suma de tres componentes: facilidad de penetración de los dientes en la carne al inicio de la masticación, facilidad de fragmentación de la carne y cantidad de residuo que queda en la boca concluida la masticación.

La firmeza del músculo se relaciona estrechamente con su estructura. La blandura se debe generalmente a la misma combinación de factores: rápida caída del pH y temperatura alta. El grado de firmeza se ve también afectado por la temperatura del músculo, por la naturaleza y firmeza de la grasa subcutánea que rodea a los músculos, y por la cantidad de grasa intramuscular. Las temperaturas altas, las grasas blandas y/o cantidades mínimas de grasa intramuscular favorecen la debilitación de la estructura del tejido muscular. El instrumento más usado en la medida objetiva de la dureza es el Warner- Bratzler; mide la fuerza necesaria para cizallar ó cortar una muestra cilíndrica de carne de 1cm de espesor en libras o kilogramos. A mayor valor de la fuerza, mayor dureza de la carne (Price y Schweigert, 1994).

Las causas que dan lugar a la variación en la ternura de la carne son muy diversas, pero entre las más importantes se puede mencionar la especie, raza, sistema de producción, sistema de refrigeración y congelado, maduración de la carne, el acortamiento de los sarcómeros (estado de contracción muscular),

cantidad y características del tejido conjuntivo, temperatura de cocción de la carne e inclusive el uso de sistemas de ablandamiento. Para el caso de carne cocinada, además de los anteriores, también es necesario considerar el método de cocción utilizado en su preparación. Cuando la carne es cocinada a altas temperaturas se genera endurecimiento; mientras que si la cocción es prolongada esto puede aumentar la suavidad si la carne presenta un alto contenido de colágeno, pues provoca la gelatinización del mismo (Rosenthal, 1999).

FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE

Nutrición

La alimentación es el principal factor exógeno a considerar en el conjunto de particularidades ambientales gravitantes sobre el crecimiento. Para obtener efectos positivos, es necesario garantizar un suministro constante de alimento en la cantidad adecuada y de un valor nutricional que cumpla con las exigencias metabólicas de los animales (Agudelo-Gómez et al., 2008).

La alimentación, en calidad y cantidad, es un factor estimulador o inhibidor del crecimiento. Un manejo nutricional adecuado es un punto clave para el mantenimiento de la productividad en un sistema ganadero, pues influencia fuertemente los índices zootécnicos especialmente los parámetros productivos (Granja et al., 2012).

Goerl et al. (1995) mencionaron la importancia de la nutrición como un factor determinante en el crecimiento y deposición de grasa. Campadabal (1992) menciona que la alimentación de los cerdos para abasto comprende la etapa de destete, desarrollo y engorda. El cerdo es un animal omnívoro que puede aprovechar la mayoría de los alimentos que se le proporcionen. Tiene un gran poder digestivo y de asimilación, y de acuerdo con el alimento que se le proporcione, será su rapidez en el aumento de peso, y su economía en la conversión del alimento.

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 (Geay y Beranger, 1969).

Animales con dietas altas en energía, en un sistema intensivo, producen carne con más grasa intramuscular que cuando se mantienen en pastoreo. La alimentación con base en granos, el maíz logra cebar más al animal que el sorgo (Bindon, 2004).

Grupo genético

El genotipo de un animal determina el nivel máximo en el que pueden ocurrir los procesos, de crecimiento y desarrollo. Mientras que los factores ambientales tales como, nutrición, temperatura ambiente, jerarquía social y densidad en el corral determinan el grado de cual potencial genético es expresado. De esta manera, para evaluar e implementar las estrategias genéticas y de manejo que potencialmente aumentaran el crecimiento de los cerdos, es esencial un entendimiento de la relación entre el genotipo de los animales y los factores ambientales (Schinckel y Einstein, 1995).

Por lo tanto la capacidad de adaptación de los animales a las condiciones ambientales adversas, cobra gran importancia en el crecimiento y en la producción propias del animal. Debido a que muchas de las razas especializadas para producción de carne no se adaptan bien a los climas extremos, viéndose un marcado deterioro en la producción (Martínez, 2011).

La capacidad de un cerdo de producir carne en cantidad y calidad, parte de su genética. No todos los cerdos tienen el mismo potencial para resistir a las enfermedades, ni de responder a situaciones de estrés. Además, el tamaño de las masas musculares y las características de la carne (color, infiltración de grasa, etc.) están influenciados en forma importante por la herencia. El porcicultor es

responsable de seleccionar las líneas genéticas, y los cruzamientos que produzcan cerdos viables y rentables hasta llegar al rastro. Mientras que la calidad de la carne está poco relacionada con la capacidad de crecimiento magro, generalmente la resistencia al estrés y a las enfermedades es opuesta a la capacidad de crecimiento, por lo que, al momento de seleccionar su pie de cría, el porcicultor debe de considerar estas cualidades, además de las que le demande el mercado (Braña et al., 2011).

La rentabilidad de la producción porcina, debiera de evaluarse no sólo por la rapidez con la que llega un cerdo al peso de sacrificio, sino también por los kilogramos de carne que se produce y por la capacidad de dar valor agregado a los productos. Los cerdos con baja resistencia al estrés, comportamiento muy agresivo, problemas estructurales y propensión a hernias, prolapsos y úlceras, se deben de valorar negativamente, ya que incrementan las pérdidas económicas asociadas al transporte. Una evaluación genética adecuada, debe de incluir la resistencia o la capacidad de los animales para llegar hasta la faena, ya que la pérdida de animales durante el transporte o la espera en rastro, puede tener repercusiones desastrosas en un sistema integrado (Braña et al., 2011).

Edad

El efecto de la edad sobre las características de la canal y de la carne, se ve reflejado en el incremento de peso, conforme el animal va incrementando su edad se va incrementando su peso y la deposición de grasa (Cortés, 2005).

La edad, como el peso de faena, son factores que van asociados ya que un mayor peso de sacrificio en general va acompañado por una mayor edad. En general la calidad de la carne varía poco con la edad. Se observó una cierta tendencia a que el pH aumenta a medida que aumenta el peso de faena, posiblemente debido a una mayor susceptibilidad de los animales mayores al estrés (Berriain et al., 2000).

La edad tiene relación con el peso de la canal. En las primeras etapas del crecimiento la ganancia de peso es menor, luego va aumentando hasta alcanzar un máximo y finalmente disminuye. La consecuencia más directa de la edad sobre la calidad de la canal es el aumento de la deposición de grasa y el progresivo amarillamiento de ésta (Tulloh, 1963). A medida que el animal crece se incrementa la proporción de grasa en la canal, por lo que la edad al sacrificio, con un engrasamiento aceptable, variará debido a la velocidad de crecimiento y a la capacidad del animal para depositar grasa (Prior et al., 1977). Aunque normalmente se desconoce la edad cronológica del ganado sacrificado, lo que sí se puede conocer es el grado de madurez de la canal (Huerta, 2002). La relación entre edad cronológica y edad fisiológica varía con la especie, la raza, y entre individuos de una misma raza. La edad fisiológica se refiere a la etapa de desarrollo de un animal que puede ser descrita por su progreso corporal o funcional (Aberle et al., 2001).

Peso al sacrificio

Comercialmente, el peso determina el valor económico de una canal, ya que la industria comercia sobre la base de peso por kilo. El peso también es empleado como factor de clase por algunos sistemas de clasificación (Harris, 1982).

El peso de la canal del cerdo viene dado por un equilibrio entre el tipo de carne demandada por el consumidor y el tipo de canal ofertada por el productor (Ciriá y Garcés, 1995). El aumento de peso de la canal se refleja en un incremento de los espesores musculares y acumulación de tejido adiposo y por lo tanto de las dimensiones de la canal, así como de todos los componentes que la conforman (Sañudo y Campo, 1997). En valor relativo, un aumento de peso de la canal supone un incremento del tejido adiposo y de las zonas de madurez tardía, una disminución del tejido óseo, y de los componentes del desarrollo precoz, y una estabilización, más o menos clara, del tejido muscular y de las zonas isométricas, es decir, aquellas cuyo crecimiento es proporcional al crecimiento del todo (Sañudo y Campo, 1997).

Engrasamiento

El estado de engrasamiento se define como la cantidad de grasa que presentan las canales respecto a su peso así como su reparto en las distintas partes de la canal. Es uno de los factores que producen mayor variación en el valor comercial de una canal y por lo tanto, es uno de los criterios de calidad más importantes en la clasificación comercial de las canales. Su valor es paradójico, por una parte, la grasa no es bien vista por el consumidor debido a su alto valor energético y el elevado contenido en colesterol y ácidos grasos saturados (Chizzolini et al., 1999), pero por otra, el nivel de grasa influye positivamente en la jugosidad, la terneza y sabor de la carne (Begoña, 1999). Así pues, el estado óptimo de engrasamiento es el que compagina una cantidad mínima de grasa para satisfacer los gustos del consumidor con la cantidad suficiente para asegurar las condiciones de sabor y presentación de la carne (Ruiz de Huidobro et al. 1996).

Sexo

El sexo también influye significativamente en el estado de engrasamiento. Los machos depositan menos grasa que las hembras y machos castrados (Carballo et al., 1995). Finalmente, por el propio desarrollo morfológico del animal, se puede afirmar que a medida que aumenta el peso de la canal se incrementa también el grado de engrasamiento (Begoña, 1999). No obstante, a un peso de canal constante, es la cantidad de grasa la principal responsable de la variación del resto de los componentes.

Respecto al sexo, Conrand et al. (1996) encontraron una mayor proporción de grasa intramuscular en las hembras que en los machos enteros. 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. Wynn y

Thawaites (1981) afirman que los machos poseen más hueso y menos grasa que las hembras.

Las diferencias entre sexos en la calidad de la carne, en general no son muy importantes. En un estudio realizado por Sañudo et al. (2005) en un matadero de la UE, observaron que las hembras y los animales con mayor engrasamiento presentaron valores de pH más bajos. Los autores atribuyen estos resultados a que las hembras naturalmente son más engrasadas y menos susceptibles al estrés que los machos. Explican que el engrasamiento podría estar relacionado con la acción protectora del tejido adiposo con relación al frío, ya que temperaturas más elevadas en el proceso de instauración del *rigor mortis* podrían acelerar el metabolismo muscular y la mayor caída del pH.

Medio ambiente

La temperatura medioambiental repercute significativamente sobre la actividad metabólica y fisiológica del cuerpo animal influyendo sobre el indicador crecimiento. Las altas temperaturas ambientales determinan una respuesta termorreguladora en los animales que decide una reducción en la producción y un incremento en la pérdida de calor de manera que se disminuye el metabolismo como consecuencia del descenso en la secreción de las hormonas tiroideas lo que reduce el consumo voluntario de alimentos al tiempo que aumenta el gasto de energía para la disipación del calor (sudor o jadeo) con disminución de las reservas corporales de grasa, nitrógeno y agua lo que influye negativamente sobre el crecimiento. Las variaciones de la temperatura ambiental repercuten sobre importantes indicadores del medio interno al influir sobre el consumo de agua, la producción volumétrica de orina, la retención de nitrógeno y la relación sodio / potasio (Álvarez, 2005).

Para los cerdos en crecimiento-finalización debe existir una óptima condición ambiental física y social. Se ha reportado que el comportamiento social está relacionado al desempeño en el crecimiento de los animales. De cualquier forma, cuando las condiciones físicas son mejoradas, el rango social entre grupos de

cerdos parece disminuir. Cuando el espacio físico es incrementado no hay diferencias en agresión o rango social dominante lo cual no parece tener ninguna influencia en el comportamiento alimenticio o en el desarrollo de los animales. Las enfermedades en el ambiente de los animales pueden contribuir también a retrasar el crecimiento. Una enfermedad aguda o crónica afectara en crecimiento principalmente por la disminución del consumo de alimento, lo cual reduce la deposición de proteína en los animales (Nielson et al., 1995).

Flores y Agraz (1987), mencionaron que la temperatura ambiental óptima para los cerdos varía entre los 14 y 22°C, dependiendo de la edad de los animales; siendo de 22 a 25°C para los lechones desde su nacimiento hasta las 4 semanas; de 18 a 20°C para los de destete; de 15 a 17°C para cerdos reproductores adultos, de 17 a 18°C para las marranas de cría y 17°C para los cerdos en engorda.

LITERATURA CITADA

- Aberle, D. E, C. J. Forrest, E. D. Gerard, y W. E. Mills. 2001. Principles of Meat Science. Fourth Edition. Kendall/Hunt Publishing Company. Dubuque Iowa, pp 60-67.
- Agudelo, G.D., M.M. Cerón y L.F. Restrepo. 2008. Modelación de las funciones de crecimiento aplicadas a la producción animal. Rev Colomb. Cienc. Pecu. 2008; 21:39-58.
- Andújar, G., D. Pérez y O. Venegas. 2009. Los cambios post mortem y la transformación del músculo en carne. En: Química y bioquímica de la carne y los productos cárnicos. 125 p. Instituto de Investigaciones para la industria alimentaria. Editorial Universitaria. La Habana, Cuba.
- 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.
- Berg, R. T., y R. M. Butterfield. 1979. Nuevos conceptos sobre desarrollo de ganado vacuno. Ed. Acribia. Zaragoza, España, pp 220.
- Beriain, M. J.; A. Horcada, A. Purroy, G. Lizaso, J. Chasco, J. Mendizábal. 2000. Characteristics of Lacha and Rasa Aragonesa Lambs slaughtered at three live weights. Journal of Animal Science 78,3070-377.
- Bindon, B. M. 2004 A review of genetic and non-genetic opportunities for manipulation of marbling. Austral. J. Exp. Agric. 44:687-696.

- Boggs D.L., R. A., Merkel, M. E. Oumit. 1998. Livestock and Carcasses. Editorial Kendall/ Hunt, pp 96-100.
- Braña V. D., M. M. Danilo, I. J. Cuarón. 2011. Manual de Responsabilidades en el Transporte de Cerdos. Dawdy impresiones.
- Campadabal C. 1992. Alimentación de cerdos de mercado. Guía técnica para productores de cerdos. México. Edit. Fittacori. Pp. 1-4.
- Campagna, D., D. Somenzini, P. Silva, L. Maiztegui, R. Di Masso y M.T. Font. 2003. Parámetros productivos en una población de cerdos de base genética heterogénea, criados a campo, bajo un esquema de cruzamientos terminal y absorbente. Revista de investigaciones de la facultad de ciencias agrarias. Numero IV. Facultad de ciencias agrarias Universidad Nacional de rosario. Parque Villarino, CC14 Zavalla, Santa Fe. Argentina. Instituto de Genética Experimental.
- Carballo, J., M. Cabrero, L. Monserrat, L. Sánchez, R. Sueiro. 1995. Producción de Ternero Rubio Gallego acogible a las primas de la PAC en: Rebaños de vacas nodrizas. II. Determinación objetiva de las características de la canal. ITEA. 18, 757-759.
- Chizzolini, R., E. Zanardi and V. Dorigoni. 1999. Calorific value and cholesterol content of normal and low-fat meat and meat products. Trends in food science Technology, 10, 119-128.
- Ciriá J. y C. Garcés. 1995. El cebo intensivo en ganado porcino. En: Zootecnia. Bases de producción animal. Buxadé, C. Ed. Mundiprensa. Madrid. Tomo VI. pp: 180-197.

- Colomer-Rocher, F. 1973. Exigencias de calidad en la canal. An. INIA. Ser.: Prod. Anim., 4, 117-132.
- Colomer-rocher F., P. Morand-fehr, A.H. Kirton 1988. Standards methods and procedures for goats carcass evaluation, joiting and tissue separation. Livest. Prod. Sci., 17, 149-159.
- Ferrario J. D y M. A. Fernández. 2007. Estudio de características de carcasa por ultrasonido. Méd. Vet. 2007. Rev. Braford, Bs. As., 23(58):72-75.
- Flores J.A. y A. Agraz. 1987. Ganado porcino, cría, explotación, enfermedades e industrialización. Editorial Limusa cuarta edición.
- Gastón R., U. Torrescano, Sánchez A, M. González y Camou J. 2008. Tecnología e ingeniería del sacrificio y su repercusión en la calidad de la canal de animales de abasto. NACAMEH, Vol. 2, No. 1, pp. 78-94, 2008.
- Granja, S. Yury, T. Cerquera, G. Jefferson., B. Fernandez y B. Omar. 2012. Factores nutricionales que interfieren en el desempeño reproductivo de la hembra bovina. Universidad Estadual Paulista, Maestría en Producción Animal. Jaboticabal, Sao Paulo, Brasil. 2 Universidad de la Amazonia, Florencia, Caquetá, Colombia.
- Goerl, K.F., S.J. Eilert, R.W. Mandigo, H.Y. Chen and P.S. Miller. 1995. Pork Characteristics as Affected by Two Populations of Swine and Six Crude Protein Levels. J. Anim. Sci. 73: 3621–3626.
- Harper, G. S. y D. W. Pethick. 2004. How might marbling begin?. Austral. J. Agric. 44 (7): 653-662.

- Harris, D.1982. Measurement and description of lamb carcasses. Producing lamb carcasses to meet particular market requirements. Proceedings of the Australian Society of Animal Production, 14, 50-52.
- Hoffman, D.M. 1994. What is Quality?. Definitions, measurement and evaluation of meat quality. Meat Focus International. No. 3:73-82.
- Honikel, K.O., Kim, C.J., Hamm, R., Roncales. P. 1986. Sarcomere shortening of prerigor muscle and its influence on drip loss. Meat Science, 16, 267-282.
- Hornstein, I. y A. Wasserman. 1994. Características organolépticas de la carne. Capítulo 8 en: Ciencia de la Carne y de los Productos Cárnicos. Price, J.F. y B.S. Schweigert (Eds.). Editorial Acribia, Zaragoza, España. pp 581.
- Johnson JL. 1994. Pathogen microorganisms and microbial toxins associated with muscle foods. En: Kinsman DM, Kotula AW, Breidestein BC. Muscle foods meat, poultry and seafood technology. USA: Chapman and Hall.
- Jowitt, R. 1974. The terminology of food texture. J. Texture Stud. 5: 351-358.
- Kempster, A.J. y D.G. Evans. 1979. A comparison of different predictors of lean content of pig carcass. 1. Predictors for use in commercial classification and grading. Animal Prod. 28:87.
- Lawrie, R.A. 1966. The eating quality of meat. In Meat Sci. Pergamon Press, London.

- Martínez C.A. 2011., Evaluación genética de cruzamientos de ganado Brahman para características de crecimiento y medidas de ultrasonido en la microrregión del Sur del Cesar. Tesis de maestría. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia Departamento de Producción Animal. Maestría en Producción Animal línea de investigación en genética y mejoramiento animal – genética cuantitativa Bogotá D.C.
- Mccrae, S.E., C.G. Secombe, B.B Marsh and W.A Carse. 1971. Studies in meat tenderness. IX. The tenderness of various lamb muscles in relation to their skeletal restraint and delay before freezing. J. Food Sci., 36, 566.
- Mota, R. D., M. H. Becerril, F. R. J. Gay, M. S. Alonso, C. F. Lemus, R. N. Ramírez, E I. I. Escobar. 2006. Calidad de la carne de cerdo, salud pública e inocuidad alimentaria. Edit. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. México, D. F. p.134.
- NPB. 2000. Pork composition and quality assessment procedures. National Pork Procedures Council, Des. Moines ID.
- Nielson, B.L., A.B. Lawrence, and C.T. Whittemore. 1995. Effect of group size on feeding behaviour, social behaviour, and performance of growing pigs using single space feeders. Livest. Prod. Sci. 44:73-85.
- Offer, G. y P. Knight. 1980. The structural basis of water-holding in meat, Part 1: General principles and water uptake in meat processing. Developments in Meat Science, Vol. 4. Editor: Lawrie, R. Elsevier Applied Science. New York, USA.
- Pedauyé, J., S. Bañón, M. Quiñonero, M. B. López, M. D. Garrido. 1994. Calidad de la carne de cerdo: influencia del espesor del panículo graso dorsal, el

- grado de infiltración grasa muscular y del sexo. An. Vet. (Murcia) 9-10: 17-24 (1993-94).
- Pérez, D.D. y R. G. Andujar. 2000. Cambios de coloración de los productos cárnicos. Rev Cubana Aliment Nutr;14(2):114-23.
- Prandl O., A. fischer, T. semidhofert, H. sinell. 1994. Tecnología e Higiene de la Carne. Ed. ACRIBIA S.A. Zaragoza, España, 854 p.
- Price J. F. y B. S. Schweigert. 1994. Ciencia de la Carne y de los Productos Cárnicos. Edit. Acribia, Zaragoza, España. p. 287-327.
- Prior, R. L., R. H. Kohlmeier, L. V. Cundiff, M. E. Dikeman y J. D. Crouse. 1977. Influence of dietary energy and protein on growth and carcass composition in different biological types of cattle. J. Anim. Sci. 45:132.
- Sañudo, C. M. Campo, I. Sierra, G. María, J. Olleta and P. Santolaria. 1997. Breed effect on carcass and meat quality of suckling lambs. Meat science vol. 46,357-365.
- Savell J.W., S. L. Mueller and B. E. Baird. 2005. The chilling of carcasses. Meat Science 70: (3) 449-459.
- Ramirez, A. A. 2006. Calidad y Clasificación comercial de la carne. Universidad de Guadalajara. Edit. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. 1ª Ed. Las agujas, Zapopan, Jalisco, México. p. 65-67.
- Rosenthal AJ. 1999. Food texture measurement and perception. Maryland, USA: Aspen Publishers.

- Ruiz de Huidobro, F., J. Sancha y M. Cantero. 1996. La clasificación de las canales de vacuno y ovino: ventajas del método. Editorial Eurocarne, Pag 17- 26.
- Sañudo, C., M. campo. 1997. Calidad de la canal por tipos. En “Vacunos de carne: aspectos claves”. Buxadé C Ed. Mundi – Prensa.
- Sañudo, C.; A. Sanchez, and M. Alfoso. 2005. Small Ruminant production Systems and Factors Affecting Lamb Meat Quality. Meat Science 49 (1), S29-S64.
- Schinckel, A.P and M.E Einstein. 1995. Concepts of pig growth and composition. In: Purdue swine day. Purdue University . p.118.
- Swatland H.J.1991. Estructura y desarrollo de los animales de abasto. Zaragoza, España: Editorial Acribia, S.A; 1991: 373.
- Thompson. 2004. The effects of marbling on flavour and juiciness scores of cooked beef, after adjusting to a constant tenderness. Austral. J. Exp. Agric., 44 (7), pp. 645-652.
- Tulloh, N. M. 1963. The carcass composition of sheep, cattle, and pigs as function of body weight. Carcass Composition and Appraisal of Meat Animals. CSIRO. Melbourne, Australia, pp 89.
- Warris, P.D. (2003). Ciencia de la carne. Ed Acribia, S.A. Zaragoza (España).
- Weir, C.E. 1960. The Science of Meat and Meat Products. Amer. Meat Inst. Found. (Ed.) Reinhold Publishing Co., New York.

Wynn, P. and C. Thawaites. 1981. The relative growth and development of the carcass tissues of Merino and crossbred rams and wethers. *Journal of Agriculture Research*, 32, 947-956.

EXPERIMENTO I

CARCASS AND MEAT QUALITY TRAITS OF SWINE TAKEN TO HEAVY SLAUGHTER WEIGHTS

[CARACTERISTICAS DE CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE EN CERDOS SACRIFICADOS A PESOS PESADOS]

Andrea Rodríguez Trejo¹, Alberto Barreras Serrano^{1*}, Eduardo Sánchez López¹, Jose G.
Herrera Haro²

¹Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias, Universidad Autónoma de Baja California,
21100 Mexicali, B.C.

²Ganadería. Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados. 56230. Montecillo, Edo de México.

Artículo enviado a: Tropical and Subtropical Agroecosystems

*Corresponding author e-mail: abarreras@uabc.edu.mx,

SUMMARY

The quality characteristics of the carcasses are established primarily from carcass weight, conformation and the degree of fatness. These parameters provide information on the amount of muscle, fat in the carcass, and the amount and composition of the pieces, constitution of muscle and fat tissue. Commercially, the weight determines the economic value of a carcass, since industry trades based on weight per kg. This study was initiated to determine the effect of heavy slaughter weight on carcass and meat quality characteristics in pigs. Two groups of 15 animals each one with gilts and castrated male in same proportion were made: group1 (lightweight) animals weighing between 85 to 99 kg, and the group2 (heavyweight) animals weighing between 100 to 117 kg. The traits included were: carcass length, 10th rib fat thickness, loin eye area at the 10th rib, marbling and shear force. The analysis was performed using ANOVA. No significant differences ($p > 0.05$) for carcass length (CL), 10th rib fat thickness (RFT), marbling and shear force were observed between groups. However significant difference ($p < 0.05$) for loin eye area at the 10th rib (LEA) was observed for slaughter weight groups. Castrated males showed higher ($p < 0.05$) 10th rib fat thickness. These data suggest that heavier animals may be taken to slaughter without decreasing its commercial value.

Keywords: Slaughter weight, carcass and meat quality, swine

RESUMEN

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 en la canal, así como la cantidad y composición de las piezas, constitución de la musculatura y el tejido graso. Comercialmente, el peso determina el valor económico de una canal, ya que la industria comercializa sobre la base de peso por kilo. Este estudio se desarrolló para determinar el efecto de pesos pesados al sacrificio sobre las características de calidad en la canal y de la carne en cerdos. Dos grupos de 15 animales cada uno con machos y hembras en la misma proporción fueron formados: el grupo 1 (G1) animales con un peso de entre 85 a 99 kg, y el grupo2 (G2) animales con un peso de entre 100 a 117 kg. Las variables de estudio fueron largo de la canal, grasa dorsal,

área del ojo de la costilla, marmoleo y esfuerzo al corte, y evaluadas entre grupos utilizando ANDEVA. Los resultados no mostraron diferencia significativa ($p>0.05$) entre machos y hembras en cuanto al largo de la canal (LC), área del ojo de la costilla (AOC), marmoleo y peso de la canal caliente (PCC). Sin embargo si se observaron diferencias significativas ($p<0.05$) para grasa dorsal (GD) siendo mayor en machos castrados que en hembras. En cuanto al peso al sacrificio, no se mostraron diferencias significativas ($p>0.05$) en cuanto a LC, GD y marmoleo. Presentándose diferencias significativas para AOC y PCC, siendo en ambos casos mayor en el grupo de animales con pesos superiores a los 100kg. Estos datos sugieren que los animales pueden ser llevados al sacrificio a mayor peso sin que esto disminuya su valor comercial.

Palabras Clave: Peso al sacrificio, sexo, calidad de la canal, cerdos

INTRODUCTION

Carcass quality is affected by the own animal factors like genotype, sex and body weight during slaughter. Carcasses obtained from heavy animals have higher fat accumulation and as a result of this the yield after boneless cuts were obtained is affected and also the time that is required to reach the recommended chilling temperature (Torrescano et al. 2008). Genetic improvement of the commercial pig has increased the quantity of lean meat that is obtained from the carcass without compromising the genetic merit, for this reason the use of modern animal genotypes is considered as recommended action that may be taken by pig producers to obtain heavier animals without affecting the animal growth rate and carcass characteristics (Correa et al., 2006).

A common reason why hog producers prefer not to produce heavier animal is that they consider that this bigger animals will yield carcasses with a higher proportion of fat and a lower feed efficiency however in recent years carcass weight has increased worldwide and reached a mean of 112 kilograms (Morgan et al., 1994), and the genetic potential of pigs regarding their capacity to produce lean meat has significantly increased. At present times it is possible to produce pigs with good feed efficiency that weight more than 100 kilograms and that after they are slaughter will yield carcasses that may be consider lean (Bañón et al., 2000).

Carcass quality traits are mostly dependent animal's weight, sex, animal muscularity, and the degree of fatness. These variables supply information regarding amount of muscle, bone and fat thickness, and also about wholesale cuts, untrimmed and trimmed cuts and fat depots (Ramos, 2008). From a commercial standpoint the value of the carcass is determined by its weight due to the fact that the industry commercializes according to the weight and the price is a result of the interaction between the type of carcass that the producers supply and the type of meat that the consumers demand. Considering that the animal's weight and the amount of meat that a carcass has are closely related but also the amount of meat in a carcass depends on other quality criteria like animal muscularity, amount of fat and bone and the meat's chemical composition (Ramos, 2008).

Sexual hormones, estrogens and androgens also influence female and male growth and are a cause of differences in size and fat accumulation between sexes (Warris, 2003), so they may be considered as a variation factor for carcass quality traits.

The aim of this study was to assess the effect of sex and slaughter weight on pig carcass and meat characteristics, and also to know if a longer fattening period is cost effective.

MATERIAL AND METHODS

This study was done during the autumn in a pig farm located in Mexicali, México. The animals used were two-way cross of Landrace dams and Yorkshire sire. Thirty pigs, comprising equal numbers of barrows and gilts were utilized in the study. They were reared in groups of fifteen pigs.

The average starting weight was $60 \pm .85$ kg. The animals had unrestricted access to food and water and were submitted to the same climate and handling conditions. All the pigs received a diet with 15% protein and 3300 Kcal ME/kg (NRC, 1988). Pigs were randomly allotted to slaughter weight groups from outcome groups of weight within sex. Based on the variable slaughter weight, and simulating the commercial weight end point (< 100 and >100 kg), two groups were formed: group1 (lightweight) animals weighing between 85 to 99 kg, and the group2 (heavyweight) animals weighing between 100 to 117 kg. The pigs were slaughtered when the average weight of the commercial target end point was reached. Pigs were held off feed 18 hr prior to slaughter and provided water during lairage. The animal weight was obtained early in the morning before being loaded to the trucks that transported them to

Federal Inspection Type slaughter plant. The slaughter procedure was done according to the federal approved norm (NOM-033-ZOO-1995). The hot carcass weight was obtained no later than an hour after slaughter and the carcass was cut in half and chilled at 3°C.

Carcass characteristics variables

Hot carcass weight with head (HCWWH): The data regarding the carcass weight with the head and kidneys (NMX- FF- 081- SCFI-2003) was obtained no more than an hour after slaughter using the rail's scale.

Carcass length: The length was measure starting at the anterior point of iliac and ending at the first rib posterior border close to the first thoracic vertebrae (Garcia-Macias et al., 1996). Twenty four hours post mortem a 600 gr. sample was taken from the *Longissimus dorsi* muscle located in right side of the carcass between the 10th and 11th ribs. Each sample was refrigerated and taken to a laboratory to determine the dorsal fat thickness (DFT), loin eye area at the 10th rib, and marbling using the procedures described by NPCC (1991).

Dorsal fat thickness: DFT measurements were taken at the 10th intercostal space, perpendicularly to the external fat border in the distal part of the *Longissimus dorsi* muscle.

Loin eye area (LEA): The area was obtained by measuring the outline of the section of the *longissimus dorsi* located at the 10th intercostal space. The perimeter of the chop was used to determine the area. The unit used in the measurement was cm² and a plastic stencil was used.

Marbling: To measure this variable the meat was evaluated using commercial stencils that considered a 6 point scale (NPPC, 1991), so that a subjective measurement that shows the grease to meat ratio is attained.

Shear force: Four 2.5 cm-tick chops were removed from the loins of each carcass and used for Warner-Bratzler shear force evaluation. Chops were grilled according to sensory panel procedures and placed in a 2°C cooler for 24 hr on a tray overwrapped with PVC wrap. Four to ten 1-cm diameter cores were taken from the chops paralell to the muscle fiber orientation and shear once with a texture analyzer device (Lloyd Instruments, England). All measurements were performed in triplicate.

Statistical Analysis.

The data was analyzed utilizing the following linear model: $Y_{ijk} = \mu + G_i + S_j + (G \times S)_{ij} + \xi_{ijk}$, where Y_{ijk} is the response variable, μ is the general mean, G_i is the effect of group ($i=1,2$), S_j is the effect of sex ($j=1,2$), $(G \times S)_{ij}$ is the interaction effect, and ξ_{ijk} is the residual term. All effects in the model were considered fixed except for the residuals which were considered random and independently and normally distributed with mean 0 and variance σ_e^2 , with animal as the experimental unit. As the effect of interaction was non-significant ($P > 0.05$), then was eliminated from the model. All data was tested for normality using Shapiro-Wilk test in the PROC UNIVARIATE and homocedasticity using Bartlett's test in PROC GLM procedures of SAS (SAS Institute Inc. 2012, Cary, NC; Version 9.3). Data meeting the criteria for normality and homocedasticity were utilized to resolve the hypothesis of equal effects between levels of main effects with statistical F in ANOVA using the MIXED procedure of SAS statistical program. When statistical differences ($P < .05$) were present, the comparison between levels was performed by applying the Tukey test, using least-squares means and ADJUST=TUKEY options of SAS (Steel, Torrie, and Dickey, 1997).

Economic analysis

To conduct economic analysis was taken as reference 90 kg of slaughter weight on the market at a cost of 24 pesos per kg. From that reference, the additional income from the sale of animals less the additional cost it took to feed the animals while reach a weight of up to 117.5 kg was calculated.

RESULTS AND DISCUSSION

There were no significant effects ($P > 0.05$) of sex on live weight at slaughter and hot carcass weight (Table 1). Liu y Stouffer (1995) found similar results while Latorre et al. (2004) reported higher values for male than for females. However hot carcass weight and carcass yield showed an increase of 17 Kg and 4.51 percent ($P < 0.05$) respectively when the slaughter weight was higher 100 kg. This increase in both variables is consistent with a study supported by Flores-Rondón et al. (2009), which found significant differences ($P < 0.001$) in hot carcass weight between groups of pigs slaughtered at different weight.

Carcass length was similar across sexes and slaughter weight groups. Mc Laren et al. (1989) and Latorre et al. (2004) found similar results, with values of 85.3 and 85.2 cm for castrated males and females, respectively (Latorre et al., 2004). In this study was observed a carcass length value of 4.47 cm higher in slaughter weight group=2 but without statistical difference respect group=1. Other studies have shown that pigs with a slaughter weight of 95 Kg had an average of 81.5 cm for carcass length (Geri et al., 1990), while Piao et al (2004) also reported higher carcass length value of 101.59 cm in animals with 110Kg of slaughter weight. Both results are larger when compared with the results of this study. DFT values were different ($P < 0.05$) across sexes, castrated males had higher values (1.99) while gilts showed 0.28 cm smaller mean value. This results are supported with the similar findings of Hamilton et al. (2000) and Leach et al. (1996).

No significant differences in DFT ($P > 0.05$) were found between animals with different slaughter weights (1.85 ± 0.4 vs 1.81 ± 0.3), being similar with other studies with slaughter weight values higher respect to this work: 122 vs 136 Kg (Latorre et al., 2006) and 114 vs 122 Kg (Peinado et al., 2008). Geri et al. (1990) reported different values between the groups of animals with different slaughter weights. Pigs with 95 kg showed 1.32 cm while those with 110 kg had DFT value of 2.70 cm. (Piao et al., 2004). Although DFT has a direct relation with the body total fat, no differences were observed between groups of animal with different weight. The results of this study contradict the findings of other researchers whom had showed lineal increments in the range of 0.08 cm to 0.26 cm. per additional kilogram of weight.

Gilts had a larger loin eye area ($+5.61 \text{ cm}^2$) compared to castrated males (Table 1), this same behavior where found by Uttaro et al. (1993), Cassady et al. (2004) and Schwab et al. (2007), this may be considered as an indication that females develop more muscle than castrated males. The animals in the 110 kg of slaughter weight group showed an LEA larger by 7.86 cm^2 respect at 95 kg of slaughter weight group ($P < .05$). Since LEA is closely related with the amount of muscle in the animal, the findings in this study suggest that pigs with higher slaughter weight increased the amount of muscle in relation with the increment of body weight, the changes found in this study are larger than what Pringle and Williams (2000) found in a group of pigs with an average slaughter weight of 95 kg who reported an LEA value of 41.9 cm^2 result that is similar to what was reported by Zhonglin et al (2008). Geri

et al (1990) obtained a 48.4 cm² LEA mean value in pigs with 95 kg of slaughter weight while in animals with slaughter weights above 100 kg the LEA was 68.1 cm² which are similar with the results of this study and higher than what Piao et al (2004) obtained in pigs with slaughter weights over 110 kg.

In accordance with what has been reported by Hamilton et al (2000) no significant differences for marbling scores were found ($P>.05$) between the levels for factors in study. This contradicts the results of Unruh et al. (1996) who found marbling values higher for castrated males vs marbling values for females, as a study done by Bender et al (2006). Marbling indicates the amount of fat that a carcass has due to the fact that there is a positive correlation between marbling and body total fat. Marbling also is a factor that influences meat taste (Price y Schweigert, 1994).

Although there is a moderated positive correlation among DFT and marbling (Candek-Potokar et al., 2002; Huff-Lonergan et al., 2002) it is interesting that in this study the DFT values in males were significant higher ($P<.05$) however in the case of marbling, no difference was found between sex class. In this study marbling was higher in females and the 95 kg slaughter weight group. Gilts record was 1.82 and the 95 kg slaughter weight group was of 1.86, but no significant different ($P>0.05$) between levels within factors, were observed. This results are consistent with that proposed by Hamilton et al. (2000).

No differences ($P> 0.05$) were noted for shear force between slaughter weight groups. Animals from group=1 showed a value of 2.47 kgf and for those of group=2 a value of 2.72 kgf, being consistent with the described by Hamilton et al. (2000) with value of 2.11 kgf in animals of 103 kg.

In reference to economic analysis, the animals in group=1 achieved a total profit of between 29.4 pesos to 61.26 pesos per animal, while group=2 scored a total profit of between 42 pesos and 273.40 pesos per animal.

CONCLUSIONS

The results of this study confirm that pigs may be fattened until they reach 110 kg. without affecting the carcass value. No differences were found between the 95 kg group and the 110 kg slaughter weight group regarding carcass length, dorsal fat, marbling and shear force. But, a differences ($P<.05$) in LEA values was observed. It suggested the possibility to extend the

fattening period to obtain larger animals with good LEA values and without having problems with excessive body total fat. Except for the case of DFT, males showed higher values, no differences between sexes were found for the variables considered in this study. In general carcasses obtained from females showed slightly better quality results.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was possible by grant from the 15th. Internal call for support research projects – UABC. The authors wish to acknowledge the staff of the Institute of Agricultural Sciences-UABC, the technical assistance in the conduction of this project.

REFERENCES

- Bañón, S., Granados, M.V., Cayuela, J.M., Gil, M.D., Costa, E. y Garrido, M. D. 2000. Calidad de la grasa obtenida a partir de cerdos magros. *Anales de Veterinaria de Murcia*. 16: 77-88.
- Bender, J. M., See, M. T., Hanson, D. J., Lawrence, T. E. and Cassady, J. P. 2006. Correlated responses in growth, carcass, and meat quality traits to divergent selection for testosterone production in pigs. *Journal of Animal Science*. 84:1331-1337.
- Boggs, D., Merkel, R.A. and Doumit, M.E. 1998. *Livestock and carcasses*. 5 th ed. Editorial Kendall/Hunt. USA.
- Brungardt, V. and Bray, R. 1963. Variation between sides in the beef carcass for certain wholesale and retail yields and linear carcass measurements. *Journal of Animal Science*. 22, 746-748.
- Cassady, J. P., Robison, O. W., Johnson, R. K., Mabry, J. W., Christian, L. L., Tokach, M. D., Miller, R. K. and Goodwin, R. N. 2004. *National Pork Producers Council*

- Maternal Line Genetic Evaluation: A comparison of growth and carcass traits in terminal progeny. *Journal of Animal Science*. 82:3482-3485.
- Cisneros, F., Ellis, M., McKeith, F. K., McCaw, J., and Fernando, R.L. 1996. Influence of slaughter weight on growth and carcass characteristics, commercial cutting and curing yields, and meat quality of barrows and gilts from two genotypes. *Journal of Animal Science*. 74:925-933.
- Correa, J.A., Faucitano, L., Laforest, J.P., Rivest, J., Marcoux, M. and Gariépy, M. 2006. Effects of slaughter weight on carcass composition and meat quality in pigs of two different growth rates. *Meat Science*. 72: 91-99.
- Flores, R.C., Leal, R. M., Rodas, G.A., Aranguren, M.J., Román, B. R. y Ruiz, R. J. 2009. Efecto de la condición sexual y pesos al sacrificio sobre las características de la canal y la calidad de la carne de cerdo. *Revista Científica, Facultad de Ciencias Veterinarias*. 165 - 172, 2009
- Friesen, K., Nelssen, G., Goodband, J.L., Tokach, R.D., Unruh, M.D., Kropf, J.A. and Kerr, J.B. 1994. Influence of dietary Lysine on growth and carcass composition of High-Lean- Growth Gilts fed from 34-to 72 kilograms. *Journal of Animal Science*. 72, 1761-1770.
- Garcia-Macias, J. A., Gispert, M., Oliver, M.A., Diestre, A., Alonso, P., Muñoz L. A., Signes, K. and Cuthbert, H. D. 1996. The effects of cross, slaughter weight and halothane genotype on leanness and fat quality in pig carcasses. *Journal of Animal Science*. 63, 487-496.
- Gastón, R., Torrescano, U., Sanchez, E. A, Gonzalez, M.N y Camou, A. J. 2008. Tecnología en ingeniería del sacrificio y su repercusión en la calidad de los animales de abasto. *NACAMEH*. Vol. 2,78-96.

- Geri, G., Franci, O., Poli, B.M., Campodoni, G., Zappa, A. 1990. Relationships between adipose tissue characteristics of newborn pigs and subsequent performance: II. Carcass traits at 95 and 145 kilograms live weight. *Journal of Animal Science*. 68,1929-1935.
- Hamilton, D. N., Ellis, M., Miller, K.D., McKeith, F.K. and Parret, D.F. 2000. The effect of the Halothane and Rendement Napole genes on carcass and meat quality characteristics of pigs. *Journal of Animal Science*. 78, 2862–2867.
- Henderson, D., Goll, D. and Kline, E. 1966. Relationship of muscling and finish measurements of three different groups of beef carcasses with carcass yield. *Journal of Animal Science*. 28, 323-328.
- Latorre, M. A., Lázaro, R., Valencia, D. G., Medel, P. and Mateos, G. 2004. The effects of gender and slaughter weight on the growth performance, carcass traits, and meat quality characteristics of heavy pigs. *Journal of Animal Science* 82:526-533.
- Leach, L .M., Ellis, M., Sutton, D. S., McKeith, F. K. y Wils, E., R. 1996. The growth performance, carcass characteristics, and meat quality of halothane carrier and negative pigs. *Journal of Animal Science*. 74:934-943.
- Liu, Y. and Stoufffer, J.R. 1995. Pork carcass Evaluation with an automated and computerized ultrasonic system. *Journal of Animal Science*. 73: 29-38
- Mc Laren, D. G., McKeith, F. M and Novakofski, J. 1989. Prediction of carcass characteristics at market weight from serial real-time ultrasound measures of backfat and loin eye area in the growing pig. *Journal of Animal Science*. 67:1657-1667.
- National pork producers council (NPPC). 1991. Procedures to evaluate market hogs, 3rd Ed., Iowa 50306, USA. 1-16 pp.

- Piao, J. R., Tian, J. Z., Kim, B. G., Choil, Y. I., Kim, Y. Y. and Han K. 2004. Effects of Sex and Market Weight on Performance, Carcass Characteristics and Pork Quality of Market Hogs. *Asian-Aust. Journal of Animal Science*. 17:1452-1458.
- Price, J. F. y Schweigert, B. S. 1994. *Ciencia de la Carne y de los Productos Cárnicos*. Edit. Acribia, Zaragoza, España.
- Pringle, T. D. and Williams, S.E. 2000. Fat Thickness and loin eye area effects on pork carcass quality measures. *Journal Muscle Foods*. 11, 307-318.
- Ramos Delgado, D. 2008. Caracterización de la canal y la carne del cerdo criollo y de los productos cárnicos en el departamento de tumbes –perú. Universidad de León, facultad de veterinaria. Departamento de higiene y tecnología de los alimentos.
- Sañudo, C. y Campo M. 1997. Calidad de la canal por tipos. En “Vacunos de carne: aspectos claves”. Ed. Mundi – Prensa. España.
- Schwab, C. R., Baas, T. J., Stalder, K. J. and Mabry, J. W. 2007. Deposition rates and accretion patterns of intramuscular fat, loin muscle area, and backfat of Duroc pigs sired by boars from two time periods. *Journal of Animal Science* 85:1540-1546.
- Steel, R.G., Torrie, J.H. and Dickey, D.A. 1997. *Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach*. 3rd ed. McGraw-Hill Co, Inc., New York, USA.
- Uttaro, B. E., Ball, R. O., Dick, P., Rae, W., Vessie, G., and Jeremiah, L. E. 1993. Effect of ractopamine and sex on growth, carcass characteristics, processing yield, and meat quality characteristics of crossbred swine. *Journal of Animal Science*. 71:2439-2449.
- Warris, P. D. 2003. *Ciencia de la carne*. Edit. Acribia, S.A. Zaragoza España.

Zhonglin, T., Zhongzhen, P., Bang, L., Bin, F., Shubong, Z., Xiaoping, L., Sanping, X. and Kui, L. 2008. Effect of breed, sex and birth parity on growth, carcass and meat quality in pigs. *Frontiers of Agriculture in China* 2: 331-337.

Table 1. Mean values and standard error of carcass measurements for sex condition and slaughter weight groups.

Variable	Sex condition ¹		Pr>F	Slaughter weight ²		Pr>F
	Gilts	Castred males		85-99 kg	100-117 kg	
Weight	100.500 ^a ± 11.086	102.884 ^a ± 8.820	0.1500	92.607 ^b ± 4.377	109.343 ^a ± 6.331	0.0001
Carcass length	78.882 ^a ± 8.030	78.230 ^a ± 7.084	0.8186	76.214 ^a ± 8.266	80.687 ^a ± 6.321	0.104
Dorsal fat thickness	1.705 ^b ± 0.292	1.992 ^a ± 0.459	0.0465	1.850 ^a ± 0.489	1.812 ^a ± 0.303	0.8000
Loin eye area	64.764 ^a ± 9.127	59.153 ^a ± 12.468	0.1653	58.142 ^b ± 11.421	66.000 ^a ± 9.212	0.046
Marbling	1.823 ^a ± 0.727	1.538 ^a ± 0.660	0.2781	1.857 ^a ± 0.110	1.526 ^a ± 0.629	0.258
Hot carcass weight	73.416 ^a ± 11.802	76.715 ^a ± 10.303	0.4301	65.771 ^b ± 3.941	82.786 ^a ± 9.015	0.0001

¹Means in same row with different letters differ significantly at P<0.05 for sex condition

²Means in same row with different letters differ significantly at P<0.05 for slaughter weight

EXPERIMENTO 2

CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL Y DE LA CARNE POR CONDICION SEXUAL Y DIFERENTES PESOS AL SACRIFICIO EN CERDOS BAJO UN SISTEMA DE TRASPATIO

A. Rodríguez-Trejo¹, A. Barreras-Serrano^{1*} y E. Sanchez-López¹.

¹Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias-UABC, Mexicali BC

Artículo enviado a: Revista Electrónica Nova Scientia

*Corresponding author e-mail: abarreras@uabc.edu.mx,

Resumen

Introducción: Los sistemas de engorda de traspatio en BC no son la fuente principal de ingreso económico para el productor por lo que en varias ocasiones los animales permanecen mas allá de alcanzar 100 kg de peso vivo, prevaleciendo deficiencias en los sistemas de alimentación. Suponemos que a mayor peso al sacrificio, la calidad de la carne en cerdos incrementa, debido a las diferencias en la composición de la grasa intramuscular, viendose afectada por el sexo del animal. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la condición sexual y altos pesos al sacrificio en las características de la canal y de la carne en cerdos engordados en un sistema de traspatio, así como su rentabilidad económica.

Método: Dos grupos de 15 animales cada uno fueron formados: el grupo1 animales con un peso de entre 79 kg a 91 kg, y el grupo2 animales con un peso de entre 97.5 kg a 130 kg. Además se registró en cada animal su condición sexual. Las variables de estudio fueron: peso de la canal caliente, largo de la canal, marmoleo, espesor de grasa dorsal, área del ojo de la costilla, pH, color, capacidad de retención de agua y esfuerzo al corte. Las cuales fueron evaluadas entre niveles de grupos al sacrificio y condición sexual con el estadístico F utilizando ANDEVA.

Resultados: Los resultados no mostraron diferencia significativa ($p > 0.05$) por condición sexual para ninguna característica. Sin embargo se observaron diferencias significativas entre grupos ($p < 0.05$) para peso de la canal caliente, grasa dorsal, mamoleo, largo de la canal y esfuerzo al corte. En cuanto al análisis económico, hubo ganancias de entre 18.76 pesos hasta 750.72 pesos dependiendo del peso al sacrificio del animal.

Discusión o Conclusión: Los datos sugieren que es rentable económicamente dejar más tiempo en engorda a los animales, sin embargo la calidad de la carne se ve afectada significativamente.

Palabras Clave: Cerdos, calidad de la carne, peso al sacrificios, traspatio.

Abstract

Introduction: The backyard fattening systems in BC are not the main source of income for the producer so repeatedly animals remain beyond reach 100 kg of live weight. It is assumed that the higher slaughter weight, meat quality in pigs increases due to the differences in the composition of the intramuscular fat, and that this could be affected by the sex of the animal. The aim of this study was to assess the effect of sex and slaughter weight on carcass characteristics and meat in pigs fattened on a backyard system, and also to know if a longer fattening period is cost effective.

Method: Two groups of 15 animals were evaluated. Animals in group 1 weighting between 79-91 kg and group 2 between 97.5-130 kg. In addition gender was recorded in each animal. The variables evaluated were hot carcass weight, canal length, marbling score, backfat thickness, rib eye area, pH, color, water holding capacity, and shear force. Hypothesis of equal effect between levels of sex condition and slaughter weight factors were carried out with F-statistic using analysis of variance (ANOVA).

Results: The results showed no significant difference ($p>0.05$) for any of the variables related to sex. However, significant differences were observed between groups ($p>0.05$) for the variables hot carcass weight, backfat thickness, marbling score, canal length, and shear force. In terms of economic analysis there were profits between 18.76 and 750.72 pesos depending on animal slaughter weight.

Discussion or Conclusion: This study suggests that is cost effective to fatten the pigs for a longer period however the quality of meat is significantly affected.

Keywords: Pigs, meat quality, weight sacrifices, backyard system.

Introducción

La producción de carne en México se sustenta en diferentes ramas de la ganadería, dicha producción, se realiza en una amplia gama de sistemas productivos, que van desde el tipo tradicional y de traspatio que son básicamente para el autoconsumo o autoabastecimiento, representando para los productores una opción de mantener la estabilidad económica familiar y de sus sistemas de producción; hasta sistema de producción intensivos y altamente tecnificados que son orientados e integrados al abasto de mercados nacional e internacional, representando una forma de inversión y de acumulación de capital. En la producción de carne porcina se estima que existen 979.3 mil unidades de producción con cría y explotación de animales en México, de las cuales 580.9 mil están dedicadas a la explotación de porcino para carne y sólo 27.5 mil poseen algún grado de tecnificación (equipo o instalaciones) (INEGI, 2011). Considerando la clasificación de productores porcícolas realizada por la SAGARPA, el grupo de productores con altos niveles de tecnología contribuyen con el 60% de la producción nacional de carne de cerdo; los productores con un grado medio de tecnificación participan con el 20% teniendo una ventaja limitada en los métodos avanzados de engorda; finalmente, el grupo familiar, que es el más común, representa el 20% y generalmente la calidad de la carne es inferior (ASERCA, 2002). El sistema de porcicultura familiar es una forma de producción que existe en pequeñas comunidades y zonas conurbadas de todo México, está caracterizada por el empleo de animales cruza con razas mejoradas, con una alimentación a base de maíz, desechos, hierbas, pastos y, en menor porcentaje, alimentos balanceados. Las instalaciones son básicas, construidas con materiales de la región. Por lo general, los cerdos alcanzan un peso de finalización menor al registrado en granjas tecnificadas y en tiempos mayores de un año (Linares-Ibáñez et al., 2011). Los sistemas de engorda de traspatio en BC no son la fuente principal de ingreso económico para el productor por lo que en varias ocasiones los animales permanecen mas allá de alcanzar 100 kg de peso vivo, prevaleciendo deficiencias en los sistemas de alimentación. Suponemos que a mayor peso al sacrificio, la calidad de la carne en cerdos incrementa, debido a las diferencias en la composición de la grasa intramuscular, viendose afectada por el sexo del animal. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la condición sexual y altos pesos al sacrificio en las características de la canal y de la carne en cerdos engordados en un sistema de traspatio, así como su rentabilidad económica.

Método

El presente trabajo se realizó en una granja de traspatio, en el municipio de Mexicali, B.C. Se formaron 2 grupos al sacrificio con 15 animales cada uno, registrando la condición sexual en cada uno de ellos. El grupo1 con un peso de entre 79 kg a 91 kg, y el grupo2 con un peso de entre 97.5 kg a 130 kg. Durante el periodo de finalización, los animales tuvieron libre acceso a la comida, ambos grupos fueron alimentados con la misma dieta y estuvieron bajo las mismas condiciones de clima y manejo. Para su sacrificio, los animales fueron pesados en las primeras horas de la mañana, previo a ser embarcados al camión y trasladados al rastro Tipo Inspección Federal No. 54. Posteriormente fueron sacrificados por el procedimiento típico, llevados al área de insensibilización, donde les fue aplicado aturdimiento eléctrico, desangrados mediante un corte en la yugular, escaldados a una temperaturas 60°C por 7 min en un sistema de escaldado continuo, y posteriormente fueron depilados, flameados, eviscerados y lavadas sus canales de acuerdo a la NOM-033-ZOO-1995. Después del sacrificio las canales fueron seccionadas longitudinalmente y pesadas con cabeza y riñones (Peso de la canal caliente con cabeza). A las 24 horas *postmortem* en las medias canales derechas fueron evaluadas las características cuantitativas de la canal, las cuales incluyeron longitud de la canal, espesor de la grasa dorsal y marmoleo.

Variabes y análisis de laboratorio. Después de 24 horas post mortem se registró en la canal: sexo, longitud de la canal (LC), grasa dorsal (GD) de la última vértebra lumbar, la última costilla y la primera costilla. La (LC) fue obtenida midiendo con cinta métrica la canal desde el punto anterior del hueso iliaco al borde anterior de la primera costilla cerca de la primera vértebra torácica (Garcia-Macias et al., 1996). Para realizar las demás pruebas, se tomó una muestra de carne con un peso aproximado de 600 gr de entre la 10ma. y 11va. costilla del músculo *Longissimus dorsi* y fue almacenada bajo refrigeración y trasladada al Laboratorio de Calidad Físico-Química de la Carne del IICV para su estudio. Las variables a registrar en la carne fueron: área del ojo de la costilla (AOC), marmoleo y esfuerzo al corte (EC). El AOC fue medida en cm² con una plantilla de plástico (ISU, U.S.A). El marmoleo, fue medido por medio de comparaciones con plantillas predeterminadas de la calidad

estándar de la carne de cerdo. Para la evaluación del EC, se tomó la muestra de carne de cada canal, posterior a su cocción, se dejó enfriar a temperatura ambiente para luego extraer de cuatro a diez bocados de 1cm² de diámetro, dependiendo del área del *Longissimus*, siguiendo la orientación de la fibra y cuidando de no contener partículas de grasa o de tejido conectivo. Cada bocado fue sometido a un corte con un texturómetro (Lloyd Instruments, England). Al pasar cada bocado por la máquina se registró la fuerza de corte (Kg). Todas las mediciones se realizaron por triplicado.

Análisis económico. En el análisis económico se tomó como referencia que el peso promedio al sacrificio en el mercado fue de 90kg con un costo de 21 pesos el kg en pie. A partir de esa referencia, se calculó el ingreso adicional por la venta de los animales menos el costo adicional por alimentación que se requirió para que los animales alcanzaran un peso de hasta 130 kg.

Análisis estadístico. Para el análisis de las variables de la canal y de la carne en el animal (u.exptal.) se utilizó el siguiente modelo lineal: $Y_{ijk} = \mu + GS_i + CS_j + (GS \times CS)_{ij} + \xi_{ijk}$, donde Y_{ijk} corresponde a las variables en estudio, μ el efecto común o media general, GS_i es efecto fijo de grupo al sacrificio ($i=1,2$), CS_j es el efecto fijo de condición sexual ($j=1,2$), $(GS \times CS)_{ij}$ la interacción entre ambos y ξ_{ijk} el error aleatorio asociado al k-ésimo registro en el animal perteneciente a la ij-ésima clase (GS x CS). El $\xi_{ijk} \sim NI(0, \sigma_{\epsilon}^2)$. Como el efecto de interacción resultó no-significativa ($P>0.05$), se eliminó del modelo. La hipótesis de igualdad de efectos entre niveles de los efectos principales se resolvió con el estadístico F de aplicar ANDEVA, utilizando el procedimiento GLM del programa estadístico SAS. Al presentarse diferencias estadísticas ($P<.05$), la comparación entre niveles se realizó aplicando la prueba de Tukey (Steel, Torrie y Dickey, 1997).

Resultados y Discusión

En el presente estudio no se mostró una diferencia significativa ($P > 0.05$) entre hembras y machos en el peso de la canal caliente (77.666 ± 13.094 contra 68.500 ± 11.735) al igual que lo encontrado por Liu y Stouffer (1995) quienes mencionan que los valores de PCC fueron similares ($P > 0.05$) con valores de 81.46 ± 0.68 kg en las hembras y de 81.10 ± 0.63 kg para los machos. Mismos resultados fueron reportados por Gresham et al. (1994) y por Uttaro et al. (1993). El Largo de la canal fue mayor en hembras (84.33 ± 4.885) que en machos (81.500 ± 6.244) sin embargo no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) al igual que lo reportado por (Mc Laren et al., 1989) quienes encontraron valores de LC de 79.6 ± 0.2 cm en machos y de 80.1 ± 0.2 cm en hembras. Y (Latorre et al., 2004) con valores de 85.3 ± 0.23 cm para machos castrados y de 85.2 ± 0.23 cm para hembras. En cuanto al marmoleo, no se encontraron diferencias significativas entre hembras (1.500 ± 0.836) y machos (1.750 ± 0.5), a diferencia de Unruh et al. (1996) quienes reportaron mayores valores de marmoleo en machos castrados ($P < 0.05$) comparado con hembras. Al igual que Bender et al. (2006). La grasa dorsal, no mostró diferencias significativas entre hembras (3.016 ± 1.018) y machos (2.800 ± 1.169) a diferencia de lo publicado por Leach et al. (1996) quienes reportaron valores en GD más altos en machos castrados que en hembras (4.0 ± 0.12 cm vs 3.3 ± 0.12 cm). Nold et al. (1997), para GD, observaron valores superiores en machos (2.22 ± 0.09 cm) que en hembras (1.86 ± 0.09 cm). En cuanto al área del ojo de la costilla, no se observaron diferencias significativas entre hembras (10.451 ± 0.871) y machos (10.982 ± 0.633) a diferencia de lo publicado por Uttaro et al. (1993) quienes sugieren valores de AOC de 44.89 ± 0.88 cm² para hembras ($P < 0.01$) y de 40.36 ± 0.81 cm² para machos, al igual que Cassady et al. (2004) y Shwab et al. (2007). Para el pH no se observaron diferencias significativas entre hembras (5.513 ± 0.025) y machos (5.513 ± 0.025) al igual que Bender et al. (2006) y Hamilton et al. (2000). En cuanto al color, no hubo diferencias significativas entre hembras y machos para los valores de L*, a*, b*, c* y H* al igual que Latorre et al. (2004) quienes obtuvieron valores similares, en machos castrados y en hembras con valores de L* de 49.6 ± 0.45 , a* de 3.78 ± 0.13 y b* de 10.0 ± 0.14 y en hembras contra 49.5 ± 0.45 , 3.77 ± 0.13 y 10.3 ± 0.14 respectivamente. Y Bender et al. (2006) que reportan valores de: L* de 51.33 ± 0.37 , a* de 7.42 ± 0.14 , b* de 1.53 ± 1.39 en machos castrados y de L* de $50.99 \pm$

0.37, a* de 7.25 ± 0.14 y b* de 1.39 ± 0.18 para hembras, sin diferencias ($P > 0.05$) entre ellos por efecto del sexo. En cuanto a la capacidad de retención de agua, no se encontraron diferencias significativas entre hembras y machos, al igual que Hamilton et al. (2000) quienes obtuvieron valores de pérdida de peso por goteo similares ($P > 0.05$) entre machos castrados ($6.08 \pm 0.89\%$) y hembras ($5.62 \pm 0.89\%$). Al igual que Martel et al. (1988) con valores de $8.89 \pm 0.50\%$ en machos y de $8.10 \pm 0.50\%$ en hembras; y por Bender et al. (2006) con valores de pérdida de peso por goteo de $1.83 \pm 0.15\%$ en machos castrados ($P > 0.05$) y $2.00 \pm 0.15\%$ en hembras. Para esfuerzo al corte, no se encontraron diferencias significativas entre hembras y machos al igual que Latorre et al. (2004) quienes no observaron diferencias ($P > 0.05$) para EC por sexo, Hembras presentaron valores de 8.5 ± 0.30 kgf mientras que machos fue de 7.7 ± 0.30 kgf. Al igual que Hamilton et al. (2000) con valores de 3.83 ± 1.21 kg en machos castrados y de 4.09 ± 1.21 kg en hembras.

En cuanto al peso al sacrificio, se encontraron diferencias significativas entre el grupo 1 (83.200 ± 4.69) y el 2 (109.2 ± 13.35) para el peso de la canal caliente, al igual que lo propuesto por Flores-Rondon et al. (2009). Para el largo de la canal, también se encontraron diferencias significativas para el grupo 1 (79.20 ± 2.489) y el grupo 2 (87.200 ± 4.207) al igual que Ruiz Ramirez et al. (2007) quienes publicaron que cerdos de 83kg tuvieron un largo de la canal de (78.6 ± 0.5) y animales de 106 kg un valor de (81.7 ± 0.5). En cuanto a marmoleo, se observaron diferencias singificativas entre el grupo 1 (2 ± 0.707) y el grupo 2 (1.2 ± 0.447), a diferecia de Flores-Rondon et al. (2007) quienes no encontraron diferencias significativas en el marmoleo de cerdos entre los 80 y 100 kg. En cuanto al Espesor de la grasa dorsal, se encontraron diferencias significativas entre el grupo 1 (2.540 ± 0.907) y el grupo 2 (3.320 ± 1.070), al igual que Latorre et al. (2004) quienes encontraron diferencias significativas en el EGD de cerdos de hasta 106kg de peso. Para el área del ojo de la costilla no se encontraron diferencias significativas entre el grupo 1 (10.918 ± 0.566) y el grupo 2 (10.410 ± 0.9167) a diferencia de lo encontrado por Geri et al. (1990) quienes reportan diferencias significativas en el AOC de cerdos entre 95 y 100 kg. En cuanto al pH, no se observaron diferencias significativas entre el grupo 1 (5.53 ± 0.040) y el grupo 2 (5.52 ± 0.026) concordando con lo propuesto Ruiz Ramírez et al. (2007) quienes no encontraron diferencias significativas en el pH de cerdos de 83kg (5.89 ± 0.04) y 106kg (5.83 ± 0.04). En cuanto a color, no se encontraron diferencias significativas entre el grupo 1 y 2 para las

variables L*,a*,b*,c* y H*, a diferencia de lo publicado por Latorre et al. (2004) quienes encontraron diferencias significativas en el color de la carne de cerdos de hasta 116kg con valores de L*= 51.5, a*=3.51, b*= 10.3 y c*= 10.9. En cuanto a la capacidad de retención de agua, no se observaron diferencias significativas entre el grupo 1 (81.736 ± 1.284) y el grupo 2 (81.574 ± 2.201) Pedauyé et al. (1994) en canales de cerdos de peso al sacrificio de 81.59 ± 13.36 kg, observaron una CRA de $72.73 \pm 8.25\%$. En cuanto a esfuerzo al corte se encontraron diferencias significativas entre el grupo 1 (2.66 ± 0.328) y 2 (3.10 ± 0.291) a diferencia de Latorre et al (2004) quienes no encontraron diferencias en el EC en cerdos de hasta 116kg. En general se obtuvieron ganancias totales de entre 18.76 pesos hasta 750.72 pesos por animal dependiendo de su peso al sacrificio.

Conclusiones

Los datos en el estudio sugieren se ve reflejada una ganancia económica importante al aumentar el peso al sacrificio de los animales dejándolos un mayor tiempo en engorda. Sin embargo la calidad de la canal y de la carne se ve afectada al aumentar el porcentaje de grasa.

Referencias

- Bender, J. M., M. T. See, D. J. Hanson, T. E. Lawrence and J. P. Cassady. 2006. Correlated responses in growth, carcass, and meat quality traits to divergent selection for testosterone production in pigs. *J. Anim. Sci.* 84:1331-1337.
- Cassady, J. P., O. W. Robison, R. K. Johnson, J. W. Mabry, L. L. Christian, M. D. Tokach, R. K. Miller and R. N. Goodwin. 2004. National Pork Producers Council Maternal Line Genetic Evaluation: A comparison of growth and carcass traits in terminal progeny. *J. Anim. Sci.* 82:3482-3485.
- Flores R. C., M. R. Leal., A. G. Rodas, J. M. Aranguren, R. Román-Bravo, J. R. Ruiz. 2009. Efecto de la condición sexual y pesos al sacrificio sobre las características de la canal y la calidad de la carne de cerdo *Revista Científica*, vol. XIX, núm. 2, marzo-abril, 2009, pp. 165-172, Universidad del Zulia Venezuela.
- Garcia-Macias, J. A., Gispert M., Oliver M.A., Diestre A., Alonso P., Muñoz-Luna A., Signes K., Cuthbert-Heavens D. 1996. The effects of cross, slaughter weight and halothane genotype on leanness and fat quality in pig carcasses. *J. Anim. Sci.* 63, 487-496.
- Geri G., O Franci, Poli B M, G Campodoni and A. Zappa. 1990. Relationships between adipose tissue charactersitics of newborn pigs and subsequent performance: II. Carcass traits at 95 and 145 kilograms live weight. *J. Anim. Sci* 1990, 68:1929-1935.
- Gresham, D., S. R. McPeake, J. K. Bernard, and H. H. Henderson. 1992. Commercial adaption of ultrasonography to predict pork carcass composition from live animal and carcass composition from live animal and carcass measurements. *J Anim Sci.* 1992 Mar;70(3):631-9.

- Hamilton, D. N., M. Ellis, K. D. Miller, F. K. McKeith, and D. F. Parret. 2000. The effect of the Halothane and Rendement Napole genes on carcass and meat quality characteristics of pigs. *J. Anim. Sci.* 78:2862–2867.
- Latorre, M. A., R. Lázaro, D. G. Valencia, P. Medel and G. G. Mateos. 2004. The effects of gender and slaughter weight on the growth performance, carcass traits, and meat quality characteristics of heavy pigs. *J Anim Sci.* 82:526-533.
- Leach, L .M., M. Ellis, D. S. Sutton, F. K. McKeith and E. R. Wils. 1996. The growth performance, carcass characteristics, and meat quality of halothane carrier and negative pigs. *J. Anim. Sci.* 74:934-943.
- Linares-Ibáñez, J. A., E. C Sciutto, M. E. Trujillo, Juan J. Pérez and José J. Martínez. 2011. Estructura etaria, comportamiento productivo y reproductivo de una población de cerdos criados en semiconfinamiento, en una comunidad rural del estado de Morelos, México. *Vet. Méx.*, 42 (4) 2011.
- Liu, Y. and J. R. Stouffer. 1995. Pork carcass Evaluation with an automated and computerized ultrasonic system. *J. Anim. Sci.* 73: 29-38
- Maiorano G., C. Cavone, K. Paolone, F. Pilla, M. Gambacorta, A. Manchisi. 2007. Effects of slaughter weight and sex on carcass traits and meat quality of Casertana pigs reared outdoors. *Ital. J.Anim.Sci.* 2007,6: 698-700.
- Martel, J., F. Minvielle and L. M. Poste. 1998. Effects of Crossbreeding and Sex on Carcass Composition, Cooking Properties and Sensory Characteristics of Pork. 1988. *J. Anim. Sci.* 66:41-46.
- Mc Laren, D. G., F. M. McKeith and J. Novakofski. 1989. Prediction of carcass characteristics at market weight from serial real-time ultrasound measures of backfat and loin eye area in the growing pig. *J. Anim. Sci.* 67:1657-1667.

- Nold, R.A., J. R. Romans, W. J. Costello, J. A. Henson and G. W. Libal. 1997. Sensory characteristics and carcass traits of boars, barrows, and gilts fed high- or adequate-protein diets and slaughtered at 100 or 110 kilograms. *J. Anim. Sci.* 75:2641-2651.
- Pedauyé, J., Bañón, S., Quiñonero, M., López M.B., Garrido M.D. 1994. Calidad de la carne de cerdo: influencia del espesor del pániculo graso dorsal, el grado de infiltración grasa muscular y del sexo. *An. Vet. (murcia)* 9-10 17-24 (1993-94)
- Ruiz-Ramírez, J.; C. Flores, M. Leal, A. Rodas-González, A. M. Aranguren. y R. B. Román. 2009. Efecto de la condición sexual y distintos pesos al sacrificio sobre las características de la canal y la calidad de la carne 2007. *Revista Científica*, vol. XIX, núm. 2, marzo-abril, 2009, pp. 165-172, Universidad del Zulia Venezuela
- Schwab, C. R., T. J. Baas, K. J. Stalder, and J. W. Mabry. 2007. Deposition rates and accretion patterns of intramuscular fat, loin muscle area, and backfat of Duroc pigs sired by boars from two time periods. *J. Anim. Sci.* 85:1540-1546.
- Steel RGD, Torrie JH, Dickey DA. 1997. *Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach*. 3rd ed. McGraw-Hill Co, Inc., New York, NY
- Unruh, J. A., K. G. Friesen, S. R. Stuewe, B. L. Dunn, J. L. Nelssen, R. D. Goodband and M.D. Tokach. 1996. The influence of genotype, sex, and dietary lysine on pork subprimal cut yields and carcass quality of pigs fed to either 104 or 127 kilograms. *J. Anim. Sci.* 74:1274- 1283.
- Uttaro, B. E., R. O. Ball, P. Dick, W. Rae, G. Vessie and L. E. Jeremiah. 1993. Effect of ractopamine and sex on growth, carcass characteristics, processing yield, and meat quality characteristics of crossbred swine. *J. Anim. Sci.* 71:2439-2449.

CONCLUSIONES

En ambos estudios se puede concluir que el sexo no es una variable que afecte directamente la calidad de la canal y de la carne. En cuanto al peso al sacrificio, en el experimento 1 no hubo diferencias significativas ($p < 0.05$) para largo de la canal, grasa dorsal, marmoleo y esfuerzo al corte. Sin embargo en el experimento 2 si se observaron diferencias ($p < 0.05$) en cuanto a peso de la canal caliente, grasa dorsal, marmoleo, largo de la canal y esfuerzo al corte. En ambos experimentos se pudo observar una ganancia económica considerable por animal al aumentar el peso al sacrificio. Lo cual sugiere que en un sistema tecnificado si puede aumentarse el peso al que los animales son sacrificados sin que se vea afectada la calidad de la canal. A diferencia del sistema de traspatio en el cual si se ve afectado el porcentaje de grasa en las canales con pesos altos al sacrificio.

