



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN Y DE
LA SALUD ANIMAL

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

“EFECTO DE LOS DÍAS DE ENGORDA, TIPO RACIAL Y
EDAD DE LOS ANIMALES SOBRE LA CALIDAD
ORGANOLÉPTICA Y COMPOSICIÓN DE LA CARNE DE
BOVINO EN MÉXICO”

T E S I S

QUE PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE

MAESTRA EN CIENCIAS

P R E S E N T A

PAMELA JIMÉNEZ HERRERA

TUTOR PRINCIPAL

DRA. MARÍA DE LA SALUD RUBIO LOZANO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

COMITÉ TUTOR

DR. RUBEN DANILO MÉNDEZ MEDINA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

DR. JOSÉ ARMANDO PARTIDA DE LA PEÑA
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y
PECUARIAS

MÉXICO, D.F.

AGOSTO, 2014



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIAS

A mis padres, por haber inculcado en mi la sed y ambición de superación, permitiéndome llegar a este logro con sus enseñanzas, esfuerzo y dedicación.

A mi esposo, por su apoyo y quien siempre me mantuvo firme en la convicción de llegar a término de esta etapa en mi vida académica y profesional.

A mi hermano, quien sigue mis pasos y me motiva a ser un mejor ejemplo.

A mis amigos y demás familia, por mantener su apoyo constante y compañía.

A Dios, por permitir que en mi camino las circunstancias sucedan.

AGRADECIMIENTOS

A la UNAM por ser la institución que ha sembrado y cosechado mi formación,
mediante su programa de Licenciatura y Posgrado.

Al Macro proyecto 109127 SAGARPA-CONACYT, “Indicadores de calidad en la
cadena de producción de carne fresca en México” por el financiamiento para la
realización de la investigación.

A la Dra. María de la Salud Rubio Lozano, quien al ser mi tutora, me ofreció los medios
para el desarrollo de la presente y compartió sus conocimientos.

A mis profesores y
Comité jurado por su participación y tiempo invertido en el desarrollo de esta tesis.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar la influencia de los factores de producción: 1) tipo racial ($\leq 1/4$ *Bos indicus*, $1/2$ *Bos indicus*, $3/4$ *Bos indicus* y $4/4$ *Bos indicus*), 2) días de finalización en corral (<100 días, 101-150 días y 151-230 días), 3) edad (13-17 meses, 18-26 meses y 27-30 meses), y 4) sexo (hembra y macho), así como sus interacciones, sobre las variables de calidad (color de la carne, firmeza, textura, marmoleo, pH y fuerza de corte de la carne cocinada) y rendimiento (distribución de la grasa, conformación, grosor de grasa, área de chuleta) medidas en la canal y la carne de acuerdo a la NMX-FF-078-SCFI-2002 y evaluación USDA. Se evaluaron un total de 1197 canales en diferentes regiones de México eligiendo diferentes rastros del país (norte, centro y sur) de los estados mayormente productores de carne de bovino. Se tomó muestra del músculo *Longissimus dorsi* en el 20% de las canales para realizar el análisis de fuerza de corte Warner Bratzler según el AMSA (1995). Dentro de las variables medidas en la canal, se estimó el área de giba, observando que cuando este valor supera los 424 cm² la genética del animal corresponde a 100% *Bos indicus* y cuando esta medida se encuentra por debajo de los 250 cm² hablamos de un animal 75-100% *Bos taurus*. Cada factor mostró influencia sobre las variables evaluadas, y las interacciones que tuvieron efectos significativos fueron sexo-tipo racial y sexo-días de finalización en corral ($P < 0.05$). Para el tipo racial de $1/2$ *Bos indicus* el sexo no influye en la mayoría de las variables de calidad y rendimiento de la canal a excepción de la fuerza de corte, la cual fue mayor en las hembras ($P < 0.05$). A medida que el porcentaje de inclusión *Bos indicus* incrementa en las cruzas el color de la carne tiende a ser más oscuro en los machos ($P < 0.05$), mientras que el de las hembras es más estable. Las características de marmoleo, distribución y grosor de la grasa fueron mayores en las hembras, a medida que la inclusión *Bos indicus* incrementa en las cruzas ($P < 0.05$). Las variables de rendimiento (conformación, área de la chuleta) se ven mejoradas con las cruzas de los tipos raciales *B. taurus* y *B. indicus* en los machos ($1/2$ y $3/4$ *B. indicus*). Sin embargo, en las hembras estas mismas variables son mejores en los animales más puros ($\leq 1/4$ y $4/4$ *B. indicus*). El área de chuleta es mayor en hembras de cruzas $\leq 1/4$ *Bos indicus* y $4/4$ *Bos indicus* que en machos con diferencias de 13.22 cm² y 23.83 cm² respectivamente. El incremento del tipo racial *Bos indicus* en los machos produce un aumento en los valores de fuerza de corte de la carne, mientras que en la hembras, el tipo racial no influye tan marcadamente en esta variable. Cuando la raza es 100% *Bos indicus* no existen diferencias en las medias de los valores de fuerza de corte (FC) de machos y hembras. En cuanto a los días de finalización en corral, las hembras depositan más grasa intramuscular que los machos en periodos de 80-100 días y 101-150 días de engorda ($P < 0.05$); para el periodo de 151-230 días de finalización, no existieron diferencias en las medias de marmoleo ($P > 0.05$). Para el caso de los machos, éstos presentan un marmoleo ligero con periodos de engorda mayores a los 100 días ($P < 0.05$) en comparación con el periodos de engorda más bajos (marmoleo de trazas o carne magra). En periodos mayores de 100 días de engorda las canales (hembras y machos) tienen mayor marmoleo y la distribución de la grasa es más uniforme; además el área de chuleta incrementa ($P < 0.05$). Para los machos, la fuerza de corte de la carne también disminuye con periodos de engorda mayores a 100 días ($P < 0.05$).

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the influence of the factors of production: 1) breed type ($\leq 1/4$ *Bos indicus*, $1/2$ *Bos indicus*, $3/4$ *Bos indicus* and $4/4$ *Bos indicus*), 2) days on fed (<100 days, 101-150 days and 151-230 days), 3) age (13-17 months, 18-26 months and 27-30 months), and 4) sex (female and male), and their interactions, on the meat quality variables (meat color, firmness, texture, marbling, pH and shear force) and performance (fat distribution, conformation, fat thickness, ribeye area) measured in the carcass and meat according to the NMX-FF-078-SCFI-2002 and USDA evaluation. A total of 1197 carcasses were evaluated of different regions of Mexico by choosing different slaughterhouses of the states mostly beef producers (north, center and south). Sample was taken *Longissimus dorsi* muscle in 20% of the carcasses for the analysis of Warner Bratzler shear force according to AMSA (1995). In the carcass was estimated hump area, noting that when this value exceeds 424 cm² animal genetics corresponds to 100% *Bos indicus* and when this measurement is below a 250 cm² talk 75-100% *Bos taurus*. Each factor showed influence on the variables, and interactions had significant effects were sex-breed type and sex-days on fed ($P < .05$). For the breed of $1/2$ *Bos indicus* sex does not affect most of the variables of meat quality and carcass yield except for the shear force, which was greater in females ($P < .05$). As the percentage of inclusion increases *Bos indicus* crosses the meat color tends to be darker in males ($P < 0.05$), whereas the female is more stable. Marbling characteristics, distribution and fat thickness were higher in females, as *Bos indicus* increases in crosses ($P < .05$). The yield variables (conformation and ribeye area) are enhanced with crosses racial types *B. taurus* and *B. indicus* in males ($1/2$ and $3/4$ *B. indicus*). However, these variables females are better in animals purer ($1/4$ y $\leq 4/4$ *B. indicus*). Ribeye area is greater in females than $1/4 \leq$ *Bos indicus* crosses and $4/4$ *Bos indicus* that differences in males at 13.22 cm² and 23.83 cm² respectively. When *Bos indicus* increased in the crosses of males, the shear force values increased too, but in females, the breed not influence so strongly in this variable. When the race is 100% *Bos indicus* no differences in mean FC values of males and females. In days on fed, females deposit more intramuscular fat than males during periods of 80-100 days and 101-150 days of fattening ($P < 0.05$), for the period of 151-230 days on fed were no differences in mean marbling ($P > 0.05$). In the case of males, they have a slight marbling fat with periods greater than 100 days ($P < 0.05$) compared with periods of lower fat (marbling trace or lean meat). For periods longer than 100 days on fed the carcasses (females and males) are more marbling and fat distribution is more uniform, and the ribeye area increased ($P < .05$). For males shear force also decreases with meat fattening periods greater than 100 days ($P < .05$).

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
1. ANTECEDENTES	2
1.1 LA GANADERÍA BOVINA EN MÉXICO	2
1.2 CALIDAD DE CARNE DE BOVINO COMERCIALIZADA EN MÉXICO	3
1.3 CLASIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE CANALES	4
1.3.1 Medidas de calidad en la canal.....	5
1.3.1.1 Color de la carne.....	5
1.3.1.2 Color de la grasa.....	7
1.3.1.3 Firmeza.....	7
1.3.1.4 Textura	7
1.3.1.5 Marmoleo.....	8
1.3.1.6 Madurez fisiológica	8
1.3.1.7 pH.....	9
1.3.2 Medidas de rendimiento en la canal.....	9
1.3.2.1 Distribución de la grasa y grosor de grasa	9
1.3.2.2 Conformación y área de chuleta	10
1.3.3 Otras medidas en la canal	10
1.3.3.1 Alto y ancho de giba	10
1.4 CALIDAD DE LA CARNE	11
1.4.1 Factores que influyen en la calidad de la carne.....	12
1.4.1.1 Influencia de la raza.....	12
1.4.1.2. Influencia del sexo	13
1.4.1.3 Influencia de la edad al sacrificio	14
1.4.1.4 Influencia de los días de finalización en corral	14
1.4.1.5 Influencia de la alimentación.....	15
1.4.1.6. Influencia de la maduración <i>post-mortem</i>	16
2. OBJETIVO	17
3. HIPÓTESIS	17
4. MATERIAL Y MÉTODOS	18

4.1 ANÁLISIS EN RASTRO	18
4.1.1 Medidas de calidad en la canal.....	19
4.1.1.1. Color de la carne.....	19
4.1.1.2 Color de la grasa.....	19
4.1.1.3 Firmeza.....	19
4.1.1.4 Textura	20
4.1.1.5 Marmoleo.....	20
4.1.1.6 Madurez fisiológica	20
4.1.1.7 pH.....	20
4.1.2 Medidas de rendimiento en la canal.....	21
4.1.2.1 Distribución de la grasa.....	21
4.1.2.2 Conformación	21
4.1.2.3 Grosor de la grasa y ajuste	22
4.1.2.4 Área de chuleta.....	22
4.1.3 Otras medidas en la canal.....	23
4.1.3.1 Alto y ancho de giba	23
4.2 ANÁLISIS DE LA CARNE EN EL LABORATORIO	24
4.2.1 Fuerza de corte.....	24
5. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS	24
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
6.1 DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN	25
6.2 EFECTO DE LOS FACTORES DE PRODUCCIÓN SOBRE LAS VARIABLES DE CALIDAD Y RENDIMIENTO MEDIDAS EN LA CANAL Y EN LA CARNE	28
6.2.1 Efectos del tipo racial sobre las variables de calidad y rendimiento de la canal y la carne bovina.....	28
6.2.1.1 Interacción del tipo racial y el sexo de los animales sobre las variables de calidad y rendimiento de la canal y la carne	31
6.2.1.1.1 Variables de calidad	32
6.2.1.1.1.1 Color de carne	32
6.2.1.1.1.2 Marmoleo.....	33
6.2.1.1.1.3 Fuerza de corte.....	34
6.2.1.1.2 Variables de rendimiento	35
6.2.1.1.2.1 Distribución grasa	35
6.2.1.1.2.2 Conformación	36
6.2.1.1.2.3 Grosor de grasa	36
6.2.1.1.2.4 Área de chuleta.....	37
6.2.1.2 Relación del tipo racial con las mediciones sobre la giba.....	38
6.2.2 Efectos de la edad sobre las variables de calidad y rendimiento de la canal y la carne bovina.....	40
6.2.3 Efectos de los días de finalización en corral sobre las variables de calidad y rendimiento de la canal y la carne bovina.....	42

6.2.3.1 Interacción de los días de finalización en corral y el sexo de los animales sobre las variables de calidad y rendimiento de la canal y la carne.....	45
6.2.3.1.1 Variables de calidad efecto por días en finalización.....	46
6.2.3.1.1.1 Color de carne	46
6.2.3.1.1.2 Marmoleo.....	46
6.2.3.1.1.3 Fuerza de corte.....	47
6.2.3.1.2 Variables de rendimiento efecto por días en finalización	48
6.2.3.1.2.1 Distribución de grasa	48
6.2.3.1.2.2 Conformación	49
6.2.3.1.2.3 Grosor de grasa.....	49
6.2.3.1.2.4 Área de chuleta.....	50
6.2.4 Efecto del sexo sobre las variables de calidad y rendimiento de la canal y la carne bovina.....	51
7. CONCLUSIONES	54
8. LITERATURA CITADA	55
ANEXO I	73
ANEXO II	83

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Factores que afectan el color de la carne.....	6
Cuadro 2. Medias de las variables de calidad y rendimiento medidas en la canal y la carne de la población analizada.....	25
Cuadro 3. Efecto del tipo racial sobre las variables de calidad y rendimiento de la carne en la población analizada.....	29
Cuadro 4. Interacciones para los efectos de tipo racial y sexo de los animales.....	31
Cuadro 5. Alto de giba de acuerdo al tipo racial.....	38
Cuadro 6. Ancho de giba de acuerdo al tipo racial.....	39
Cuadro 7. Área de giba de acuerdo al tipo racial.....	39
Cuadro 8. Efecto de la edad sobre las variables de calidad y rendimiento de la carne.....	41
Cuadro 9. Efecto de los días de engorda sobre las variables de calidad y rendimiento de la carne.....	43
Cuadro 10. Interacciones para los efectos de días de finalización en corral y sexo de los animales.....	45
Cuadro 11. Efecto del sexo sobre las variables de calidad y rendimiento de la canal y la carne.....	52

LISTA DE FIGURAS Y GRÁFICOS

Figura 1. Escala de color subjetivo de la carne.....	19
Figura 2. Escala de color subjetivo de la grasa.....	19
Figura 3. Medición de pH en la canal.....	20
Figura 4. Evaluación y escala de la distribución de la grasa en la canal	21
Figura 5. Evaluación de la conformación de la canal	21
Figura 6. Medición del grosor de grasa en la canal	22
Figura 7. Medición del área de chuleta (12va-13va costilla)	23
Figura 8. Medición del alto y ancho de giba en la canal	23
Gráfico 1. Interacción de los efectos del tipo racial y sexo sobre el color de la carne	32
Gráfico 2. Interacción de los efectos del tipo racial y sexo sobre el marmoleo de la carne	33
Gráfico 3. Interacción de los efectos del tipo racial y sexo sobre la fuerza de corte de la carne	34
Gráfico 4. Interacción de los efectos del tipo racial y sexo sobre la distribución de la grasa en la canal.....	35
Gráfico 5. Interacción de los efectos del tipo racial y sexo sobre la conformación de la canal	36
Gráfico 6. Interacción de los efectos del tipo racial y sexo sobre el grosor de la grasa de la canal	37
Gráfico 7. Interacción de los efectos del tipo racial y sexo sobre el área de chuleta	37
Gráfico 8. Interacción de los efectos de los días de finalización en corral y sexo de los animales sobre el color de la carne.....	46
Gráfico 9. Interacción de los efectos de los días de finalización en corral y sexo de los animales sobre el marmoleo de la carne	47

Gráfico 10. Interacción de los efectos de los días de finalización en corral y sexo de los animales sobre la fuerza de corte de la carne.....	47
Gráfico 11. Interacción de los efectos de los días de finalización en corral y sexo de los animales sobre la distribución de la grasa de la canal	48
Gráfico 12. Interacción de los efectos de los días de finalización en corral y sexo de los animales sobre la conformación de la canal.....	49
Gráfico 13. Interacción de los efectos de los días de finalización en corral y sexo de los animales sobre el grosor de la grasa de la canal	50
Gráfico 14. Interacción de los efectos de los días de finalización en corral y sexo de los animales sobre el área de la chuleta.....	51

**“Efecto de los días de engorda, tipo racial y edad de los animales sobre la
calidad organoléptica y composición de la carne de bovino en México”**

Comité Tutorial

Dra. María de la Salud Rubio Lozano

Dr. Rubén Danilo Méndez Medina

Dr. José Armando Partida de la Peña

INTRODUCCIÓN

La ganadería bovina en México representa una de las principales actividades del sector agropecuario del país por la contribución que realiza a la oferta de productos cárnicos, así como su participación en la balanza comercial nacional. Tan sólo en el año 2011 México fue el sexto productor mundial de carne de bovino (1.8 millones de toneladas) y la producción de carne en canal de bovino contribuyó en un 30.49% a la oferta de carnes en el país (SIAP, 2012), siendo el segundo tipo de carne más consumida a nivel nacional; sin embargo, el incremento de costos de producción, las fluctuaciones de poder adquisitivo del consumidor y la competitividad en los precios de carne de otras especies dificultan el comercio de este producto en la población general. No obstante, cada vez es más creciente la aparición de segmentos del mercado que demandan carne de mejor calidad, por lo que resalta la necesidad de utilizar estrategias de producción y mercadotecnia que permitan satisfacer estas demandas resultando de gran importancia la investigación orientada al mejoramiento del producto final.

El concepto de calidad está determinado por las características del producto que el consumidor demanda, siendo las más importantes las del tipo organoléptico como lo son el sabor, aroma, color, jugosidad y suavidad (Bernués *et al.*, 2003); el grado de satisfacción de los consumidores permite calificar y diferenciar entre la gama de los distintos productos disponibles teniendo un gran potencial de influencia en el precio y manejo del mercado.

Pese a la importancia de la carne de res en la aportación de proteína de origen animal a la población mexicana, son pocos los estudios que revelan la calidad de la carne de res producida en el país (Torrescano *et al.*, 2003, Delgado *et al.*, 2005, Rubio *et al.* 2007, Méndez *et al.*, 2009, Bonilla *et al.*, 2010, González *et al.*, 2010) y aún más limitados, aquellos que describan los efectos de la selección de razas y el manejo del animal hasta la engorda de los animales sobre la calidad de la carne de bovino en México.

En este contexto, el objetivo del proyecto aprobado por SAGARPA-CONACYT sobre Indicadores de Calidad de la carne Mexicana, y donde se enmarca la investigación presentada aquí, es el desarrollo de investigaciones que relacionen los métodos y parámetros de producción con la calidad de la carne bovina nacional permitiendo proponer estrategias de producción a aquellos productores que quieran ofertar carne de calidad “distinguida” en el mercado nacional y extranjero.

1. ANTECEDENTES

1.1 LA GANADERÍA BOVINA EN MÉXICO

En años anteriores y en particular en la década pasada, se ha manejado que los parámetros y métodos de producción en la ganadería bovina de carne en México, se ven determinados por las condiciones climatológicas de las diferentes regiones del territorio nacional (Gallardo *et al.*, 2002; Trueta, 2003) distinguiendo tres grandes zonas: áridas y semiáridas, templadas y tropicales en donde cada zona ha tenido características peculiares de crianza y/o engorda del ganado (Gallardo *et al.*, 2002, Trueta, 2003).

La literatura ha citado que la engorda en corral se realiza fundamentalmente en las zonas áridas y semiáridas ubicadas hacia el norte del país, donde están dadas las condiciones de mercado de carne de calidad, siendo el clima seco favorable para el manejo de ganado en confinamiento con disponibilidad de insumos para la alimentación. Si bien se ha manejado que en estas zonas predominan las grandes empresas de engorda, las cuales, en algunas de ellas, sacrifican y comercializan a través de canales propios (Villegas *et al.*, 2001), mismas que aún pueden observarse; en la actualidad, este tipo de industria y producción no es exclusiva para esta zona del país, pues tanto en el centro como sur del país, este tipo de sistemas se han adoptado. Sin embargo, debido a la cercanía de esta región con el país vecino del

norte permite que la producción este orientada en gran proporción hacia el mercado externo, principalmente a la venta de becerros a Estados Unidos. Para la venta de ganado en pie se trabaja con razas productoras de carne (*Bos taurus*) como Hereford, Angus, Charolais y cruzas con razas cebuínas (*Bos indicus*), mientras que para la producción cárnica esta zona engorda de manera estabulada el ganado que es transportado desde el sur y centro de la República con un alto porcentaje de cruzas cebuínas. El ganado de desecho se comercializa como carne deshuesada en el mercado interno (Sánchez *et al.*, 1999).

En las regiones del trópico seco y húmedo, ubicadas al sur del país, el pastoreo ha sido una característica primordial; sin embargo la finalización en corral ha llegado a ser, en la última década, una práctica cada vez más utilizada. En estas regiones predominan las razas cebuínas, principalmente la Indobrasil, Brahman, Guzerat, Gyr y sus cruzas con razas europeas sobre todo de ganado Suizo (Villegas *et al.*, 2001).

Debido a la limitación de insumos para la alimentación, estas regiones son abastecedoras de ganado joven para la engorda en otras regiones; no obstante y pese a las limitaciones, existe la adopción de nuevas herramientas de producción y comercialización para hacer eficientes los sistemas de engorda de bovinos, como el incremento de la suplementación con concentrados y la finalización estabulada durante periodos cortos (Sánchez y Sánchez, 2005) así como el incremento del uso de razas continentales en las cruzas con *Bos indicus* para mejorar el producto final (Peel *et al.*, 2010; García, 2011).

1.2 CALIDAD DE CARNE DE BOVINO COMERCIALIZADA EN MÉXICO

A partir del 1º de enero de 1994, entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos y Canadá (TLCAN), la contribución relativa al consumo per cápita de carne de bovino de la producción nacional y las importaciones tuvo un cambio importante, en donde el porcentaje de importación de carne de res ha ido incrementando paulatinamente hasta alcanzar alrededor del 40% del consumo nacional (USMEF, 2012).

Los estudios de Delgado *et al.*, 2005, mostraron que la carne fresca de bovino que se comercializa en el mercado formal mexicano es de muy diversa calidad y se subdivide en cuatro categorías:

1. Carne mexicana de la zona norte, con bajo contenido de grasa, suave y con buena aceptación por los consumidores.
2. Carne mexicana de las zonas centro y sur, con bajo contenido de grasa y buena aceptación por parte de los consumidores, pero más dura.
3. Carne importada USDA-Choice, con calidad y nivel de aceptación entre los consumidores semejantes a los de la carne mexicana de la zona norte, pero con altos niveles de grasa. Sin embargo, cada kilogramo de esta carne cuesta en promedio 80% más que la carne nacional.
4. Carne importada sin sello, de composición química e indicadores de calidad comparables a los de la carne mexicana de las zonas centro y sur, pero con menor aceptación entre los consumidores mexicanos. La carne producida nacionalmente con éstos estándares de calidad es 25% más barata que la importada.

Además concluye, que la carne de bovino de producción nacional tiene composición química que satisface a los consumidores mexicanos, sobre todo por su bajo contenido de grasa; no obstante existen grandes puntos de oportunidad para mejorar su calidad.

González *et al.* (2010) encontraron que el contenido de humedad y el porcentaje de pérdida por cocción de muestras de carne nacional e importada no son diferentes; sin embargo, los valores de contenido de grasa fueron mayores y los valores de fuerza de corte menores, en la carne importada en comparación con la de origen nacional.

Debido a que las variables medidas sobre la canal fueron las relacionadas con los factores de días de engorda, tipo racial, sexo y edad de los animales, el siguiente capítulo contempla una breve descripción de las mismas.

1.3 CLASIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE CANALES

Los sistemas de evaluación de canales buscan la predicción y selección de la calidad y rendimiento de la canal con base en mediciones (objetivas o subjetivas) de las características de la canal que están correlacionadas con la calidad y el rendimiento (Kempster, 1990). En países como EUA, Canadá y en la Unión Europea se utilizan sistemas de grados y de clasificación para diferenciar la calidad y

rendimiento de las canales de bovino que se manejan en su mercado interno y con ello permiten que los segmentos del mercado identifiquen y adquieran el producto que satisfaga sus necesidades, no sólo palatables, sino económicas. Algunos países europeos han logrado un gran desarrollo en la organización de su industria cárnica estableciendo criterios de clasificación y ofreciendo incentivos económicos a los productores bajo estándares de calidad establecidos (Hocquette y Gigli, 2005).

La finalidad de los sistemas de clasificación por grados de calidad, es encontrar la mejor relación organoléptica asociada con los parámetros de calidad de la canal, por lo que el mayor grado de calidad incluye a estos animales. Hasta ahora, es difícil hablar un lenguaje común respecto a los grados y clasificación de canales. Por ejemplo, USA y Canadá se han enfocado a la medición del área del ojo de la costilla y de la grasa de cobertura en la superficie de exposición de la canal fría, mientras que en Europa se tiende a usar estimaciones visuales de la grasa de cobertura y la conformación de la canal caliente (Hale *et al.*, 2010; Canada beef, 2012; Fisher, 2007)

En México existe legislación, no obligatoria, con respecto a la evaluación de canales de bovino; esta corresponde a la NMX-FF-078-SCFI-2002 Productos Pecuarios- Carne de Bovino en Canal- Clasificación y asienta las bases para la evaluación subjetiva de calidad de la canal así como el rendimiento de las mismas. Según esta norma, las canales de ganado bovino serán clasificadas de acuerdo a los siguientes grados básicos de calidad: SUPREMA, SELECTA, ESTANDAR, COMERCIAL, FUERA DE CLASIFICACION. Existiendo, clasificaciones adicionales para marmoleo, firmeza y textura de la carne. Para marmoleo existen dos subniveles: A.- Marmoleo de modesto a mayor y B.- Marmoleo de trazas a poco. Para firmeza de la carne existen dos subniveles: A.- Firme y B.- Suave. Para la textura existen igualmente dos subniveles: A.- Fina y B.-Tosca.

1.3.1 Medidas de calidad en la canal

1.3.1.1 Color de la carne

El color de la carne depende del tipo de músculo, de la actividad que realiza y de la concentración de mioglobina que contenga (Mancini y Hunt, 2005), además del estado de oxidación del átomo de hierro del grupo hemo y del estado de la globina (Hulot y Ouhayoun, 1999). El color es un indicador muy utilizado para evaluar la calidad de la carne, ya que el consumidor prefiere el color rojo cereza brillante en la

carne fresca, pues éste influye en la decisión de compra del consumidor, los cambios en la coloración son un indicador de la pérdida de frescura del producto, lo que ocasiona también bajas económicas (Mancini y Hunt, 2005, Schnettler *et al.*, 2010). En el año 2000, EUA reportó pérdidas de hasta 1 billón de dólares por cambios en la coloración de la carne (Smith *et al.*, 2000).

Los bovinos de 1-2 años de edad tienen aproximadamente 5 mg de mioglobina por gramo de músculo y esta cantidad es afectada por la edad del animal, la alimentación, la función específica del músculo y el ejercicio (Rincker *et al.*, 2006). La mioglobina se produce y se encuentra en las células musculares, y comprende el 50-80% de los pigmentos cárnicos originados en el músculo (Liu *et al.*, 2000). La mioglobina es una proteína soluble que contiene en su núcleo hidrofóbico un grupo hemo, que a su vez tiene un átomo de hierro asociado a éste por cuatro enlaces; un quinto enlace se encuentra unido con histidina y un sexto se encuentra libre y puede unirse reversiblemente a oxígeno, carbono, agua y óxido nítrico. Diferentes ligandos y el estado de la valencia del hierro, determinan el color de la carne como se muestra en el Cuadro 1 (Mancini y Hunt, 2005; AMSA, 2012).

Cuadro 1. Factores que afectan el color de la carne

Factor	Ligando	Colores	Molécula
Oxidación del hierro			
Ferroso (Fe ⁺⁺)	Ninguno	Rojo púrpura intenso	Desoximioglobina
Ferroso (Fe ⁺⁺)	O ₂	Rojo brillante	Oximioglobina
Ferroso (Fe ⁺⁺)	CO ₂	Rojo brillante	Carboximioglobina
Férrico (Fe ⁺⁺⁺)	H ₂ O	Café	Metamioglobina

Inmediatamente después del corte podemos observar que el color de la carne de res se aprecia como un color rojo púrpura intenso (debido al estado ferroso del hierro), este es el color típico de la carne sin oxigenar. Conforme el oxígeno del aire entra en contacto con la superficie expuesta de la carne, éste se absorbe y se liga al hierro dando lugar a la oximioglobina, que da a la carne de res el color rojo cereza brillante (Mancini y Hunt, 2005).

1.3.1.2 Color de la grasa

La variación del color de la grasa más común va desde el matiz débilmente rosado del vacuno joven o de los lotes alimentados con pienso, hasta el amarillo en los animales viejos o alimentados con pastos (Schutt *et al.*, 2009, Realini *et al.*, 2004). Esta variación se debe principalmente a los carotenos del forraje que se depositan en la grasa (Priolo *et al.*, 2001). Ya que la grasa amarilla es característica de los animales más viejos (Plessis, Hoffman, 2007; Trujillo, 2002) y este color se asocia a las categorías más bajas de clasificación de vacunos. Las coloraciones pardas de la grasa son raras, pero pueden deberse a la reacción de Maillard (condensación carbonil-amina) entre lípidos y proteínas. Existe otro tipo de interacción lípido/proteína por la que los lípidos o fosfolípidos se unen a las proteínas. Estos pigmentos pardos se conocen como pigmentos ceroides o “de la vejez”, y aparecen en los animales más viejos (Price y Schweigert, 1994).

El color de la grasa en las canales de bovinos es importante para su selección y comercialización. El color de grasa aceptable se describe como firme y blanca o ámbar, el color menos preferible es el color amarrillo (Montgomery *et al.*, 2000).

1.3.1.3 Firmeza

La firmeza del músculo se relaciona estrechamente con su estructura. La blandura se debe generalmente a una rápida caída del pH y una temperatura alta que contribuyen al descenso de la retención de fluidos (Boles y Pegg, 2010). Para el procesado, fabricación, fileteado y exposición, la firmeza de la carne es un importante atributo de calidad, y cualquier tendencia hacia el ablandamiento se considera indeseable. El grado de firmeza también está influenciado por la temperatura del tejido, la naturaleza y firmeza de la grasa subcutánea que rodea a los músculos y por la cantidad de grasa intramuscular (Keeton, 1994). Las temperaturas altas, las grasas blandas o unas mínimas cantidades de grasa intramuscular, favorecen la debilitación de la estructura del tejido muscular (Price y Schweigert, 1994).

1.3.1.4 Textura

La textura está relacionada de manera importante con el diámetro de las fibras musculares, la cual varía con la especie, el tamaño corporal, la edad cronológica (Seideman *et al.*, 1986; Kaandepan *et al.*, 2009), el estado de nutrición del animal (Bonagurio *et al.*, 2009), el acervo genético (Albetí *et al.*, 1993) y el comportamiento metabólico de las fibras (Choi y Kim 2009). El tamaño de la fibra se relaciona en algún

sentido con el tamaño de haz de las fibras, que por supuesto se asocia positivamente con la granulación visible al corte transversal del músculo; que aumenta conforme avanza la edad (Price y Schweigert, 1994).

También una gruesa capa de tejido conectivo incrementa el tamaño de la fibra muscular y de los haces y es la responsable de la visible granulación, de textura indeseable al cortar transversalmente la carne (Price y Schweigert, 1994).

1.3.1.5 Marmoleo

La cantidad de grasa intramuscular es de los componentes que tiene mayor impacto en la calidad de la carne percibida por el consumidor, contribuyendo a mayor suavidad, sabor y jugosidad de la carne (Grunert *et al.*, 2004). Sin embargo, las tendencias actuales del consumidor apuntan a una disminución del consumo de grasa animal en las dietas debido a su asociación con enfermedades cardiovasculares (Resurrección, 2003); por tanto, los programas de selección genética se han dirigido a la producción de animales de carne magra. Pese a lo anterior, los atributos sensoriales favorables de la carne se han relacionado con la cantidad de grasa intramuscular que ésta posee (Carpenter, 1974, Grunert *et al.*, 2001, 2004) explicando del 10 al 15% de las variaciones en las características de palatabilidad (Tatum *et al.*, 1982, Trujillo, 2002, Purchas *et al.*, 2002).

Diversos estudios (Shearer *et al.*, 1986; Brewer *et al.*, 1999; Robbins *et al.*, 2003) han demostrado que la cantidad de grasa visible influye en la decisión de compra del consumidor; sin embargo, Bejerholm y Barton-Gade (1986) y DeVol *et al.* (1988) concluyen que se requiere de un mínimo de 2 a 3% de grasa en la carne para que las características sensoriales no se vean afectadas.

Los estudios de Delgado *et al.* (2005) han permitido identificar la aceptabilidad del consumidor mexicano a los diferentes grados de calidad de carne que se comercializan a nivel nacional, mostrando que la carne con niveles de marmoleo ligero o magra es aceptable.

1.3.1.6 Madurez fisiológica

La madurez fisiológica está relacionada con los cambios biológicos de los tejidos orgánicos como una función de la edad. Los músculos de animales más viejos no contienen más tejido conectivo (por unidad de peso de músculo) que los animales más jóvenes; se trata de modificaciones en la estructura del colágeno. Los puentes

cruzados entre moléculas adyacentes de colágeno se hacen más fuertes y más estables al aumentar la edad del animal (Hill *et al.*, 1966). Es por ello, que los niveles más altos en la clasificación de canales son muy selectivos en cuanto a la madurez fisiológica del animal, ya que se concluye que cuanto más joven es el animal, más suave será la carne procedente de éste, pues más soluble será su colágeno. (Hill *et al.*, 1966). Cross *et al.* (1983) encontraron una disminución de la solubilidad del colágeno de hasta el 48.44% al comparar animales machos enteros y castrados de 6 meses de edad y 18 meses de edad, respectivamente.

1.3.1.7 pH

El pH es una característica de calidad importante, ya que afecta directamente la estabilidad y propiedades de las proteínas musculares, que a su vez determinan cambios en el color de la carne y otras medidas como la capacidad de retención de agua (Hernández y Ríos, 2009).

La evolución del pH de la carne de bovino inicia desde el pH del músculo en el animal vivo (Forrest *et al.*, 1979). Después del sacrificio, el músculo pierde el aporte de oxígeno y nutrientes, por lo que trata de mantener la integridad utilizando las reservas energéticas y sufriendo cambios en sus propiedades durante la etapa post-mortem, las cuales dependen de la cantidad de glucógeno disponible en el músculo. Vestergaard, Oksbjerg y Henckel (2000a) mencionan que el glucógeno *post-mortem* es convertido en lactato y H⁺, provocando el descenso de pH en la carne. El nivel de glucógeno en el músculo del animal vivo previo a la matanza está inversamente relacionado con el pH final de la carne (Gardner *et al.*, 2001).

El pH final puede variar debido al tipo de músculo, entre otras cosas, ya que la velocidad de acidificación de la carne es más lenta en los músculos rojos (oxidativos) que en los blancos (Talmant *et al.*, 1986). A partir del pH final se puede predecir el tipo de carne obtenida (Hernández y Ríos, 2009).

1.3.2 Medidas de rendimiento en la canal

1.3.2.1 Distribución de la grasa y grosor de grasa

Existe una correlación significativamente positiva entre el engrasamiento general de la canal y el marmoleo de la carne (Bruns *et al.*, 2004), aunque se han encontrado excepciones. La grasa tiende a acrecentarse con la edad (una vez completadas las principales etapas de crecimiento del músculo) donde la deposición

de grasa en el animal vivo sigue el siguiente orden: 1) grasa interna, 2) grasa subcutánea, 3) grasa intermuscular y 4) grasa intramuscular y la lipólisis comienza en orden regresivo al mencionado (Harper y Pethick, 2004). Investigaciones llevadas a cabo por May *et al.* (1992) y Riley *et al.* (1983) mencionan que la grasa subcutánea favorece la suavidad sensorial de la carne ya que actúa como barrera durante la refrigeración y disminuye la aparición del fenómeno de acortamiento por el frío.

1.3.2.2 Conformación y área de chuleta

El incremento de la masa muscular se ve afectada por varios factores como el sexo, la edad, la utilización de promotores del crecimiento, la cantidad de actividad física del músculo, etc. (Purchas *et al.*, 2002; Bonagurio *et al.*, 2009). En un informe de Bass *et al.* (1971) encontraron que la testosterona causa en los cerdos de guinea un efecto temporal de cambio de fibras intermedias por fibras blancas en el músculo, acompañado de un incremento significativo en el crecimiento muscular. Por otra parte Seideman *et al.* (1986) encontraron que el área de las fibras musculares se incrementa significativamente en animales de 12 a 16 meses de edad con un aumento del 73% del largo de las fibras blancas; sin embargo, el porcentaje de área en el músculo de las fibras rojas e intermedias descendió a medida que incrementó la edad y el porcentaje de área de las fibras blancas incrementó (Seideman *et al.*, 1986). Además, observaron que los machos enteros contienen mayor porcentaje de fibras rojas e intermedias que los machos castrados.

1.3.3 Otras medidas en la canal

1.3.3.1 Alto y ancho de giba

La altura de la giba ha sido una medida utilizada en varios estudios para la identificación de cruza con ganado *Bos indicus* (Sherbecket *et al.*, 1996; Wulf y Page, 2000). El estudio de Riley *et al.* (2002) sobre el ganado Brahman encontró un índice de heredabilidad alto ($h^2=0.54$) para la altura de giba en las cruza, teniendo esta medida una gran relación con el grado de marmoleo, grado de calidad y grasa interna de las canales. Méndez *et al.* (2009) encontraron que el 87.2% de las canales mexicanas tienen alturas de giba superiores a 7 cm. Casas *et al.* (2005) en su estudio de ganado Brahman en E.U.A. reporta que el 87.4% de los animales tuvieron alturas de giba mayores a 7 cm. Boleman *et al.* (1998) categorizan a los animales con genotipo *Bos indicus* a aquellos con una giba igual o mayor a 10 cm.

1.4 CALIDAD DE LA CARNE

La calidad de la carne es un término multifactorial que comprende aspectos nutricionales, sensoriales, tecnológicos y sanitarios, entre otros (Warris, 1996); sin embargo, las características organolépticas como el aroma, color, sabor, jugosidad, suavidad son los de mayor influencia en la decisión de compra por parte de los consumidores (Bernués *et al.*, 2003). Investigaciones llevadas a cabo por Pearson y Dutson (1994) definen a la calidad de la carne como la combinación adecuada de los atributos de color, suavidad, jugosidad y sabor.

Las características que determinan la calidad de la carne de bovino, tanto propiedades sensoriales como aquellas intrínsecas del músculo, están influenciadas por el sexo, la raza, edad del animal a la matanza, alimentación, el sistema de producción al que fue sometido, transporte al rastro, los métodos de matanza y el manejo del frío en la carne entre otros (Smith *et al.*, 2001; Barendse *et al.*, 2008; Bidner *et al.*, 2002; Café *et al.*, 2010; Elzo *et al.*, 2009; , Wheeler *et al.*, 1989).

La suavidad de la carne ha sido de las características más deseables por el consumidor en países como E.U.A. (Miller *et al.*, 2001), no así en México (Delgado *et al.*, 2005).

La suavidad de la carne se relaciona directamente a cuatro principales factores: a) la degradación de la fibra muscular; b) el estado contráctil del músculo; c) la cantidad de tejido conectivo, d) la cantidad de grasa intramuscular (Barton-Gade *et al.*, 1988, Smith, 2001).

A pesar de que se ha atribuido al marmoleo o grasa intramuscular una de las causas de las diferencias en la suavidad de la carne, en los últimos 30 años diversas publicaciones exponen que el marmoleo explica aproximadamente el 5% de la variación de la suavidad en el *M. longissimus thoracis y lumborum* (Jeremiah 1978, Wheeler *et al.*, 1994, Jones y Tatum, 1994, Fiems *et al.*, 2009). Además ha sido ampliamente probado que las diferencias de la suavidad de la carne procedente de *Bos indicus* comparada con la de *Bos taurus* se deben a la diferencia en el sistema de las enzimas calpaínas (Crouse *et al.*, 1989; Bidner *et al.*, 2002; Barendse *et al.*, 2008; Café *et al.*, 2010) y principalmente a la elevada actividad de la calpastatina (proteína inhibidora del sistemas de las calpaínas) a las 24 h *post mortem* en estas razas (Wheeler *et al.*, 1990; Whipple *et al.*, 1990; Shackelford *et al.*, 1991, Riley *et al.*, 2005),

así como al contenido alto de colágeno insoluble en razas *Bos indicus* (Riley *et al.*, 2005).

1.4.1 Factores que influyen en la calidad de la carne

1.4.1.1 Influencia de la raza

La raza es uno de los factores principales que determinan la calidad de la carne. Actualmente existe una gran variabilidad genética en el ganado bovino; sin embargo, la mayoría de las razas se han originado de los dos grandes troncos genéticos bovinos, el *Bos indicus* y *Bos taurus* (Ensminger y Perry, 1997). Numerosos estudios reportan las ventajas en la producción y reproducción de los animales provenientes del cruzamiento de razas *Bos indicus* con ganado europeo para la adaptación a ambientes semitropicales (Johnston *et al.*, 2003; Johnson *et al.*, 1990).

Diversos autores (Koochmaraie *et al.*, 1990, 1995; Wheeler *et al.*, 1994, Barendse *et al.*, 2008; Café *et al.*, 2010, entre otros) coinciden en que la carne proveniente de razas *Bos taurus* es más suave que la proveniente de razas *Bos indicus* al mostrar valores menores de Warner Bratzler (fuerza de corte) y en paneles sensoriales; adicionalmente a esto, los valores de fuerza de corte en el músculo *Longissimus* incrementan conforme la inclusión del genotipo *Bos indicus* se incrementa en las cruzas (Crouse *et al.*, 1989, Johnson *et al.*, 1990). En estudios experimentales donde se compara la terneza de lomos procedentes de cruzas *Bos indicus* con inclusión $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ y lomos procedentes de razas *Bos taurus*, se ha demostrado que no ha habido diferencias significativas en la fuerza de corte cuando la inclusión de *Bos indicus* es menor a $\frac{1}{4}$ (Johnson *et al.*, 1990), es decir, una inclusión de *Bos indicus* por arriba del 25 % se reflejará en carne más dura. Diversos estudios han vinculado este efecto con la elevada actividad de la calpastatina (proteína inhibidora del sistema de las calpaínas) del genotipo *Bos indicus*, lo que causa un retardo del ablandamiento natural de la carne durante la maduración *post-mortem* (Wheeler *et al.*, 1989, 1990; Whipple *et al.*, 1990; Sherbeck *et al.*, 1995; Pringle *et al.*, 1997; Bidner *et al.*, 2002; Barendse *et al.*, 2008; Café *et al.*, 2010).

Un estudio realizado en México indica que alrededor del 90% de las canales de bovinos para abasto tienen cruce *Bos indicus* (Méndez *et al.*, 2009); sin embargo, aún es desconocido el porcentaje de inclusión de la genética *Bos indicus* en las cruzas.

Al evaluar el color de la carne en novillos, Investigaciones de Chambaz *et al.* (2003) mencionan que novillos de las razas Charolais y Angus producen carne más pálida y más baja en contenido de hierro, en el músculo *Longissimus dorsi*, que la carne proveniente de novillos de los grupos raciales Simmental y Limousin. Fiems *et al.* (1995) encontraron diferencias de color entre razas, indicando que la carne de razas lecheras es más oscura que la de las razas especializadas en la producción de carne. Las razas rústicas españolas presentaron una mayor intensidad de color rojo al ser comparadas con razas mejoradas manteniendo una relación con el contenido de pigmentos hemínicos (Sañudo *et al.*, 1998).

De acuerdo a los estudios realizados por Albetí *et al.* (1993) la variabilidad de la intensidad del color rojo en la carne se debe principalmente al metabolismo y tamaño de los músculos de cada raza según su aptitud de producción y al porcentaje de fibras blancas, rojas e intermedias en cada raza; sin embargo, entre razas especializadas en la producción de carne no existen diferencias significativas en el color (Sañudo *et al.*, 1998).

Se ha comprobado que las cruces con porcentajes altos de inclusión *Bos indicus* tienen muy poca habilidad de depositar grasa intramuscular en comparación con aquellas de mayor porcentaje *Bos taurus* (Carpenter *et al.*, 1961; Peacock *et al.*, 1979; Huffman *et al.*, 1990; O'Connor *et al.*, 1997; Curi *et al.*, 2009).

1.4.1.2. Influencia del sexo

El sexo influye en diversas características de calidad de la carne tales como el color y la deposición de grasa intramuscular; teniendo que es mayor en las fases finales del desarrollo y se produce con más precocidad en las hembras que los machos, este efecto se busca en el manejo de engorda intensiva de machos castrados en países como EUA (Prado *et al.*, 2009). Hedrick *et al.* (1969) reportan que no hay diferencia en la suavidad de la carne procedente de machos castrados y no castrados menores de 16 meses de edad; esto es importante en la producción de carne nacional, ya que la carne distribuida en el país procede en un 78.7% de machos enteros jóvenes (alrededor de 18-20 meses) según Méndez *et al.* (2009). Adicionalmente es importante mencionar que la grasa intramuscular presente en la carne confiere a ésta las características de sabor y olor cuando es cocinada, es decir, determina la palatabilidad del producto final (Jones y Tatum, 1994, Jackman *et al.*, 2010).

Didart *et al.* (1970) reportan que los machos enteros producen 20% más peso de proteína al día por unidad de energía digestible consumida en comparación con los machos castrados, esto se refleja en el peso final al sacrificio que también es mayor aunque el consumo de alimento sea similar en ambos grupos de animales (Pegolo *et al.*, 2011; Crouse *et al.*, 1985).

En su estudio, Crouse *et al.* (1985) observaron que la carne en canal es menos firme, más tosca y más oscura en machos enteros en comparación con los machos castrados.

1.4.1.3 Influencia de la edad al sacrificio

Se ha observado que la edad de los animales al sacrificio tiene influencia sobre algunas variables de la calidad de la carne de bovino. El color de la carne tiende a ser más oscuro conforme la edad del animal se incrementa (Plessis, Hoffman, 2007, Arthaud *et al.* 1977) debido a que los músculos de animales maduros contienen mayor cantidad de mioglobina (Cassens, 1994); además la carne es más dura a mayor edad de los animales (Plessis y Hoffman, 2007, Hill, 1966, Bailey, 1985, McCormick, 1994, Maltin *et al.*, 1998, Cross *et al.*, 1973) esto debido al incremento de la insolubilidad del colágeno a medida que el animal envejece; sin embargo, Shackelford *et al.* (1995) no encontraron diferencias en los valores de fuerza de corte en hembras de un año y dos años. Maltin *et al.* (1998) reportaron que el contenido de grasa intramuscular aumenta conforme incrementa la edad al sacrificio en machos enteros al igual que el incremento del área del ribeye (Bertelli *et al.*, 2011).

Arthaud *et al.* (1977) encontraron que conforme la edad del animal se incrementa, la carne en canal es más firme y fina al tacto.

1.4.1.4 Influencia de los días de finalización en corral

Camfield *et al.* (1997), Short *et al.* (1999) y May *et al.* (1992) reportaron que el contenido de colágeno en el músculo se incrementa conforme se aumentan los días de finalización del ganado en animales castrados; sin embargo, Miller *et al.* (2003) concluyeron que la suavidad de la carne mejora conforme se incrementan los días de finalización, Whipple *et al.* (1990) indican que los animales de raza Brahman maduros desarrollaron baja degradación de proteína en el músculo *L.dorsi* y esta situación puede asociarse a la suavidad de la carne.

Schnell *et al.* (1997) encontraron que la carne en canal es más firme al tacto conforme se incrementan los días de finalización en corral ya que el contenido de humedad en los tejidos blandos decrece y el contenido de tejido graso incrementa en periodos mayores de engorda.

Diversos autores han concluido que los atributos sensoriales de la carne empeoran a medida que el animal envejece (Romans *et al.*, 1965; Walter *et al.*, 1965; Breidenstein *et al.*, 1968; Berry *et al.*, 1974; Mojto *et al.*, 2009).

1.4.1.5 Influencia de la alimentación

La alimentación del ganado es considerada uno de los factores más importantes en la producción de carne. Las dietas con alta energía en un sistema intensivo logran obtener un mayor porcentaje de grasa intramuscular que el logrado bajo pastoreo. Manteniendo al ganado alimentado con cereales se produce más grasa intramuscular y dorsal (Bindon, 2004). Con esto se obtiene más grasa intramuscular y por lo tanto un alto grado de calidad sensorial en la carne bovina. Mandell *et al.* (1998) compararon las canales de bovinos con dieta rica en cereales con aquellas de animales alimentados con forraje, observaron que las primeras tuvieron valores más altos de peso en canal, grasa subcutánea y marmoleo, sin diferencia en la dureza de la carne de ambas dietas, distinguiéndose el sabor de la carne de los animales alimentados con cereal. Realini *et al.* (2004) utilizaron novillos de la raza Hereford para comparar el efecto de la alimentación con forrajes y con base en concentrados, incluyendo un antioxidante en la dieta. Los novillos alimentados con concentrado tuvieron mayor peso de la canal caliente, área del ojo de la costilla y cobertura de grasa dorsal que las canales de novillos que se alimentaron con forrajes, aunque el pH final de la carne, el peso de los cortes de carne extraídos de la pierna y el lomo, la conformación y la edad fueron similares en los novillos; mejorando la estabilidad de los lípidos de la carne durante la vida de anaquel en ambas dietas suplementadas con antioxidante. En otro experimento similar, Huerta-Leidenz *et al.* (1997) encontraron que los animales alimentados con dieta a base de forrajes presentaron canales con menos marmoleo, carne más oscura y menos firme, textura más áspera y menos tierna que los animales alimentados con granos.

El color de la grasa depende en gran parte del contenido de carotenos encontrados en las plantas. A medida que avanza la edad del ganado, principalmente cuando se mantiene alimentado por largo tiempo con pastos o forrajes verdes que

contienen altos niveles de carotenos, éste va acumulando pigmentos en la grasa y ésta va cambiando de color blanco al amarillo haciéndose de un color más intenso que puede llegar al tono ligeramente anaranjado en animales muy viejos, especialmente en vacas (Hodgson *et al.*, 1992; Gazzola, 2001; Realini *et al.*, 2004).

Para tratar de eliminar la pigmentación de la grasa, se recomienda mantener a los animales durante un periodo de 28 a 56 d en corral, disminuyendo así el color de la grasa; pero manteniendo a los animales por 28 días con concentrados sólo se disminuye la concentración de β -carotenos en grasa de 0.28 a 0.17 g/g (Forrest, 1981).

1.4.1.6. Influencia de la maduración *post-mortem*

La maduración consiste en mantener la carne (obtenida bajo condiciones inocuas, cumpliendo las buenas prácticas de manufactura, empaque limpio y envasado al vacío), en refrigeración durante un periodo variable durante el cual el músculo sufre una serie de cambios físico-químicos que deriva en la degradación proteica. La literatura cita que para bovinos el tiempo necesario y al que se alcanza el mayor valor de cambio en la suavidad es a los 14 días *post-mortem* (Koochmaraie y Geesink, 2006); sin embargo, existen autores que prolongan este periodo hasta los 21 días (O'Connor, *et al.*, 1997). Se ha citado que como resultado de la maduración a 10 días en lomos de bovino con cruce $\frac{1}{4}$ *Bos indicus* existe un descenso de los valores de fuerza de corte Warner-Bratzler (WBSF, por su nombre en inglés) de entre un 27%-37%, y cruces con $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ decrecen 9.4% y 16.7% respectivamente (Johnson *et al.*, 1990).

En estudios con paneles sensoriales se ha determinado que los miembros del panel reportan carne más suave y menos tejido conectivo al comer carne madurada (Johnson *et al.*, 1990), por lo que el efecto de esta práctica no sólo es detectable en laboratorio mediante la medición de fuerza de corte Warner-Bratzler, sino que también es una característica detectada por el consumidor.

2. OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo es establecer la influencia de los diversos factores de producción, tales como la raza, días de engorda, sexo y edad del ganado, en la calidad de la carne para consumo humano que México produce y comercializa en el mercado formal.

3. HIPÓTESIS

Los factores de tipo racial, días de engorda y edad de los animales tienen efectos significativos en la calidad de la carne, así como en la calidad y rendimiento de las canales producidas en México.

- a. El tipo racial, afectará principalmente la fuerza de corte de la carne (mayor fuerza de corte a mayor inclusión de ganado *Bos indicus* en las cruzas), el marmoleo (menor a mayor inclusión *Bos indicus* en las cruzas) y distribución de la grasa de la canal (distribución de grasa menos uniforme a mayor inclusión *Bos indicus* en las cruzas).
- b. Los días de finalización en corral, mostrarán que al incrementarlos, las variables de marmoleo, distribución grasa y conformación de la canal se verán mejoradas.
- c. En cuanto a la edad, a medida que esta incremente se espera observar que la fuerza de corte, aumente, resultando en una carne más dura.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

Se evaluaron un total de 1197 animales en todo el territorio nacional. Se eligieron diferentes rastros del país (norte, centro y sur) de los estados con las engordas mayormente productoras de carne de bovino en México (Sinaloa, Sonora, Nuevo León, Michoacán, Veracruz, Tabasco). En cada rastro se evaluaron aproximadamente 100 canales, con personal experimentado en dicha evaluación, y del 20% de éstas se tomaron muestras de carne provenientes del músculo *Longissimus dorsi* (específicamente 2 pulgadas desde el área de corte del *Longissimus thoracis* entre la 12va y 13va costilla hacia el músculo *Longissimus lomborum*) para el análisis en laboratorio de la fuerza de corte Warner-Bratzler. La información referente a la procedencia de los animales (raza, sexo, edad y días de engorda) se obtuvo mediante el levantamiento de un cuestionario a los productores (Anexo I). Los animales fueron finalizados con dietas comerciales durante la engorda (se utilizó principalmente soya, maíz, salvado de trigo, minerales y melaza, entre otros) en todos los casos se utilizó clorhidrato de zilpaterol como betagonista.

4.1 ANÁLISIS EN RASTRO

Los animales se sometieron a los métodos de sacrificio y faenado de acuerdo a las Normas Oficiales Mexicanas, NOM-033-ZOO-1995, Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres, NOM-009-ZOO-1994, Proceso sanitario de la carne y NOM-008-ZOO-1994, Especificaciones zoosanitarias para la construcción y equipamiento de establecimientos para el sacrificio de animales y los dedicados a la industrialización de productos cárnicos, en rastros Tipo Inspección Federal (TIF) y las canales se analizaron 24 h *post-mortem* bajo condiciones de refrigeración (0 a 4°C). Las mediciones de los parámetros de calidad de la canal se realizaron en el músculo *Longissimus dorsi* a nivel de la 12va y 13va costilla; para tal fin se realizó el corte 30 minutos antes del análisis con la finalidad de permitir la oxigenación (blooming) y las subsecuentes reacciones físico-químicas en la carne.

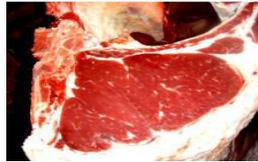
4.1.1 Medidas de calidad en la canal

4.1.1.1. Color de la carne

Para la realización de este análisis se llevó a cabo de manera subjetiva, por apreciación visual y se calificó con la escala 1: Rojo oscuro, 2: Rojo cereza brillante y 3: Rojo pálido (Figura 1).



1: Rojo oscuro



2: Rojo cereza brillante

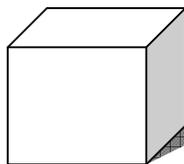


3: Rojo pálido

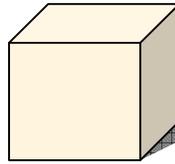
Figura 1. Escala de color subjetivo de la carne

4.1.1.2 Color de la grasa

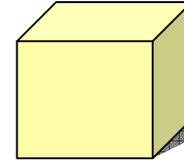
Para la determinación del color de la grasa esta se realizó de manera subjetiva, por apreciación visual como lo establece la NMX-FF-078-SCFI-2002 y de acuerdo a la escala 1: Blanca, 2: Crema y 3: Amarilla (Figura 2).



1: Blanca



2: Crema



3: Amarillo

Figura 2. Escala de color subjetivo de la grasa

4.1.1.3 Firmeza

Esta se determinó por presión digital en el músculo *Longissimus dorsi* y se aprecia por la marca de la penetración al ejercer la presión sobre las fibras musculares de acuerdo a lo estipulado en la NMX-FF-078-SCFI-2002, utilizando la escala allí descrita (1: Firme +, 6: Suave +). Ver Anexo II. Tabla 1.

4.1.1.4 Textura

Se llevó a cabo por fricción digital sobre el músculo *Longissimus dorsi* en el área de ribeye de acuerdo a lo estipulado en la NMX-FF-078-SCFI-2002 utilizando la escala allí descrita (1: Tosca +, 6: Fina +). Ver Anexo II. Tabla 2.

4.1.1.5 Marmoleo

Se estimó visualmente de acuerdo a los estándares de marmoleo utilizados en el sistema de evaluación USDA (1997); sin embargo y debido a las características de las canales mexicanas, esta escala fue modificada con dos nuevas categorías para adaptarla a lo observado en México (0: magra – 6: Ligeramente abundante). Ver Anexo II. Tabla 3.

4.1.1.6 Madurez fisiológica

La madurez se estimó visualmente por la suma del grado (%) de la osificación del cartílago de las tres primeras apófisis espinosas debajo del corte de la 12-13ava costilla. Se utilizó la escala utilizada por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA) para tal fin. Los resultados de la madurez fisiológica fueron expresados en valores numéricos correspondientes a la escala descrita en el Anexo II, Tabla 4.

4.1.1.7 pH

El pH se midió en el músculo *Longissimus dorsi* a las 24 horas *post mortem* en tomas consecutivas en cada mitad del ojo de la costilla, utilizando un potenciómetro digital portátil con electrodo de penetración (HANNA modelo 8521) previamente calibrado (Figura 3).



Figura 3. Medición de pH en la canal

4.1.2 Medidas de rendimiento en la canal

4.1.2.1 Distribución de la grasa

Se llevó a cabo observando la vista lateral de la media canal derecha determinando la uniformidad de la capa de grasa subcutánea que la cubre usando la escala 1: No uniforme, 2: Casi uniforme y 3: Uniforme (Figura 4).

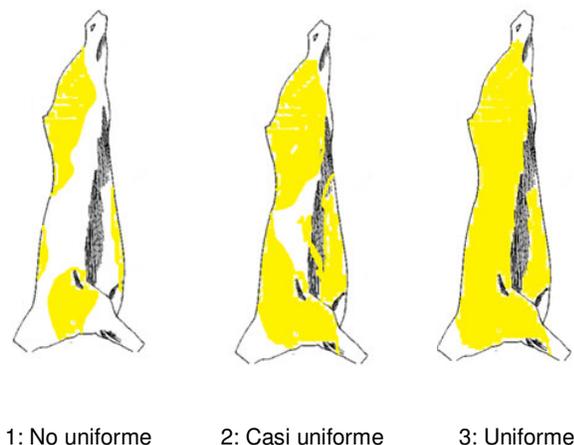


Figura 4. Evaluación y escala de la distribución de la grasa en la canal

4.1.2.2 Conformación

Se realizó observando la vista lateral de la media canal derecha y en donde se identificó la curvatura del perfil de la pierna haciendo referencia al desarrollo de las masas musculares de acuerdo a lo estipulado en la NMX-FF-078-SCFI-2002 (Figura 5) utilizando la escala allí descrita (1: Perfil cóncavo, 2: Perfil recto y 3: Perfil convexo).



Figura 5. Evaluación de la conformación de la canal

4.1.2.3 Grosor de la grasa y ajuste

El grosor de la grasa se determinó utilizando una regla en centímetros medidos a los $\frac{2}{3}$ del borde lateral externo de la chuleta en la 12va costilla de la media canal y el ajuste de esta medida según la distribución de grasa subcutánea lateral de la canal; de manera tal que si el engrasamiento de la canal está representado en el valor medido de la chuleta, este se conservará, a medida que el engrasamiento sea menor o mayor, el valor medido de la grasa en la chuleta se ajustará de forma directamente proporcional hacia arriba o abajo (de 0.1 a 0.2 cm). El valor de este ajuste es representativo al grosor de la grasa subcutánea en toda la canal. La medición se esquematiza en la Figura 6.

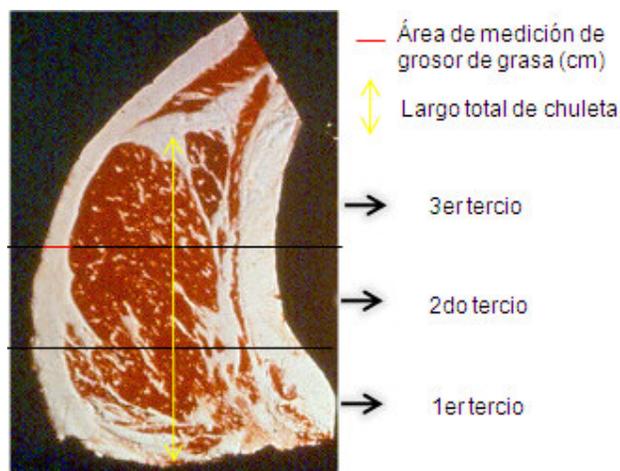


Figura 6. Medición del grosor de grasa en la canal

4.1.2.4 Área de chuleta

Esta se determinó en el área del músculo *Longissimus dorsi*, específicamente en el *Longissimus thoracis* entre la 12va y 13va costilla. Para su estimación se utilizó la plantilla establecida en la evaluación realizada por el USDA utilizando un acetato en el cual se dibujó el contorno del músculo, posteriormente se sobrepuso la plantilla y se procedió a realizar la sumatoria de los puntos centrales de cada cuadro de la cuadrícula que caen dentro del contorno antes identificado (Figura 7). El área se midió en pulgadas cuadradas y después se realizó su conversión a centímetros cuadrados.

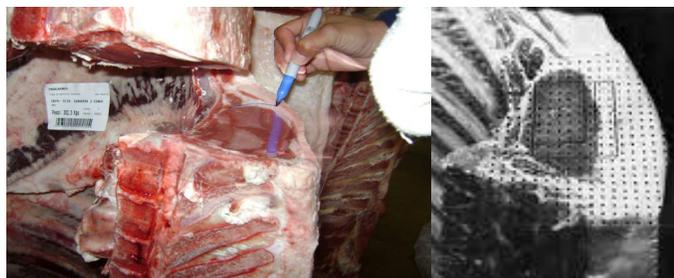


Figura 7. Medición del área de chuleta (12va-13va costilla)

4.1.3 Otras medidas en la canal

4.1.3.1 Alto y ancho de giba

La medida de altura de la giba se realizó teniendo como extremo la mitad de la base de la giba, tomando como referencia el ligamento *nucæ* hasta la punta donde termina la giba. Para el ancho de la giba, éste se toma en línea recta desde la base del inicio de la giba hasta donde termina la misma, en ambos casos la medida se hizo en centímetros (Figura 8).



Altura de giba

Ancho de giba

Figura 8. Medición del alto y ancho de giba en la canal

Mediante la toma de estas medidas, posteriormente se obtuvo el área de giba bajo la fórmula del cálculo de área de un rectángulo ($\text{Área de giba} = \text{altura de giba} \times \text{ancho de giba}$) expresándose los resultados en centímetros cuadrados, siendo una metodología propia experimental, para expresar el área mediante la utilización de los valores medidos.

4.2 ANÁLISIS DE LA CARNE EN EL LABORATORIO

4.2.1 Fuerza de corte

Para realizar la fuerza de corte, la muestra tomada del músculo *Longissimus dorsi* (2 pulgadas desde el área de corte del *Longissimus thoracis* entre la 12va y 13va costilla hacia el músculo *Longissimus lumborum*) se conservó en refrigeración a una temperatura de 0-4°C durante un periodo de 14 días. El método utilizado fue el descrito según el American Medical Student Association (AMSA., 1995) y consistió en colocar la muestra en una parrilla eléctrica (Parrilla DAWOOD, modelo DEG-22, 1500 W) se monitoreo la temperatura de su centro geométrico utilizando un termómetro digital (HANNA). Una vez alcanzados los 70°C se retiró la muestra de la parrilla y se dejó enfriar a temperatura ambiente. Al alcanzar la carne una temperatura alrededor de los 12-14 °C se procedió al corte de los cilindros utilizando un taladro adaptado para tal fin. Finalmente, los cilindros se utilizaron para medir la fuerza al corte en kg con la máquina de Warner Bratzler (G-R Elec. Mfg. Co., Manhattan, KS 66502, USA.).

5. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Los resultados se analizaron por medio del programa estadístico STATGRAPHICS® Centurion XV 15.1.02 mediante pruebas de ANOVA para medir los efectos de los factores explicativos (tipo racial, días de finalización en corral y edad de los animales) sobre las variables dependientes de calidad de carne (color de la carne, color de la grasa, firmeza, textura, marmoleo, fuerza de corte y pH) y de rendimiento (distribución de la grasa, grosor de grasa, conformación de la canal y área de la chuleta) utilizando un nivel de confianza del 95%. Para la diferencia de medias se utilizó la prueba de Fisher (LSD) con un $\alpha=0.05$.

Con la finalidad de observar la interacción de los factores sobre las variables dependientes se utilizó la prueba de Modelos Lineales Generalizados bajo un modelo 4x3x3x2 (tipo racial: $\leq 1/4$, $1/2$, $3/4$ y $4/4$ *Bos indicus*; días de finalización en corral: <100 días, 100-150 días y >150 días; edad: <18 meses, 18-26 meses y >26 meses; sexo: hembras y machos) con una confianza del 95%.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN

En el Cuadro 2 se muestran las medias de los parámetros de calidad y de rendimiento de las 1197 canales evaluadas, así como la media de la fuerza de corte de la carne determinada en el laboratorio.

Los valores promedio tanto del color de la carne como de la grasa tendieron a los puntos intermedios de la escala en la que se midieron (Color de la carne 1: rojo oscuro – 3: rojo pálido; color de grasa 1: blanca – 3: amarilla). El color de la carne tiende al rojo cereza brillante ya que el valor promedio se acerca al valor 2 correspondiente a esta coloración y el color de la grasa tiende al color crema (valor 2). Sin embargo, el valor medio para el color de la carne fue de 1.90 ± 0.49 , mostrando una ligera tendencia hacia el color oscuro de la carne.

Cuadro 2. Medias de las variables de calidad y rendimiento medidas en la canal y la carne de la población analizada

Variable	Media	Error Estándar
VARIABLES DE CALIDAD	n=1197	
Color carne	1.90	0.49
Color grasa	1.99	0.12
Firmeza	3.70	0.86
Textura	4.00	0.74
Marmoleo	1.56	0.89
Madurez fisiológica	1.14	0.46
pH	5.68	0.28
Fuerza de corte (kg/cm ²)	6.48	1.49
VARIABLES DE RENDIMIENTO		
Distribución de la grasa	2.01	0.59
Conformación	1.88	0.49
Grosor de grasa (cm)	0.55	0.31
Área de chuleta (cm ²)	83.35	14.83

Color de carne= 1:rojo oscuro / 3:rojo pálido; Color de la grasa= 1:blanca / 3:amarilla; Firmeza= 1:firme(+) / 6:suave(+); Textura= 1:tosca(+) / 6:fina(+); Marmoleo 0:magra / 6:ligeramente abundante; Madurez fisiológica 1:hasta 30 meses / 6:mayor de 96 meses; Distribución de la grasa= 1:no uniforme / 3:uniforme; Conformación = 1:cóncavo / 3:convexo.

El color de la grasa juega un papel importante en la aceptación de la carne en México, donde el color amarillo es calificado negativamente; Méndez *et al.* (2009) registraron que la media del color de la grasa de las canales mexicanas fue beige y esto concuerda con los resultados encontrados en este trabajo. El valor de firmeza de la carne cruda en la canal tiende a ser suave a la presión digital, mientras que la textura tiende a ser fina.

El marmoleo de la carne se encuentra entre los rangos de trazas a ligero (valores entre 1 y 2); al respecto, Méndez *et al.* (2009) obtuvieron que el 93.6% de las canales mexicanas poseen valores de marmoleo de ligero, trazas y carne magra; Rubio *et al.* (2007) por su parte midieron niveles similares a los de Méndez.

Para la madurez fisiológica, la media de los valores se encuentran dentro de la madurez clasificada por USDA como A (1.14 ± 0.46), es decir, los animales no superan los 30 meses de edad, de los cuales el 64.75% se encuentran en el rango de edad entre 18 y 26 meses (véase cuadro 8). Esto concuerda con los resultados de Méndez *et al.* (2009), los cuales reportan que la mayoría de los animales destinados al faenado en México son jóvenes (78.7%). Rubio *et al.* (2007) registraron una madurez de las canales mexicanas era equivalente a la clasificación USDA A⁵⁰ que se aproxima a los 24 meses de edad. Este comportamiento de edad a la matanza se atribuye a la demanda de carne baja en grasa en la población de las regiones sureste y centro del país principalmente (Núñez *et al.*, 2005) ya que los animales jóvenes aún no alcanzan estados fisiológicos de deposición de grasa. (Maltin *et al.*, 1998).

La distribución de la grasa fue casi uniforme, con un valor promedio de 2.01. Méndez *et al.* (2009) indicaron que el 43.2% de las canales de bovino en México tuvieron una distribución uniforme de la grasa y 55.9 % de las canales tuvieron una distribución no uniforme. En este trabajo se observó que el 82.71% de las canales tuvieron distribución de la grasa clasificada como uniforme y casi uniforme, atribuido a la explotación intensiva y semi-intensiva de los animales analizados, mientras que el 17.3 % mostraron distribución no uniforme de la grasa. El grosor de grasa promedio fue de 0.55 ± 0.31 cm., la cual puede considerarse baja según Tatum *et al.* (1988, quienes consideran que espesores de grasa entre 0.76 y 1.06 cm aseguran una gustocidad adecuada de la carne.

El perfil de la pierna tiende a ser recto (1.88 ± 0.49); al respecto Méndez *et al.* (2009) registraron que el 82.4% de las canales mexicanas tuvieron valores menores a

3 para la clasificación europea (entre pobre y bueno) y sólo el 0.8% tuvieron categoría de excelente. Comparando los resultados encontrados en este trabajo con la clasificación europea, el 100% de las canales serían calificadas con valores por debajo de la categoría 3. Dado que los animales evaluados procedían de explotaciones intensivas, se esperaba que los perfiles de la pierna fuesen en su mayoría convexos.

El área de ojo de chuleta fue de $83.35 \pm 14.83 \text{ cm}^2$. Al evaluar esta variable en otro estudio, Rubio *et al.* (2007) obtuvieron un área de chuleta muy similar con un valor de $84.99 \pm 10.23 \text{ cm}^2$, en machos enteros, mientras que Méndez *et al.* (2009) mencionaron que la media de esta variable en las canales mexicanas es $74.6 \pm 11.0 \text{ cm}^2$. En la auditoria de calidad de carne de bovino de E.U.A. (Boleman *et al.*, 1998), realizada en 1995, la media de esta medida en las canales analizadas fue de 82.6 cm^2 (contemplando canales de ganado lechero) considerando una media de 81.5 cm^2 para el ganado *Bos indicus*. La media encontrada en nuestro país supera ese valor que puede ser atribuido a las cruces con razas especializadas en producción cárnica y al uso de β - adrenérgicos que incrementan la masa muscular al aumentar la síntesis de proteínas y reducir la degradación de las mismas (Dunshea *et al.*, 2005) El pH 24 h *post-mortem* en promedio fue de 5.68. En otra evaluación de las canales mexicanas, González *et al.* (2010) reportaron un pH 24 h *post-mortem* de 5.6 en el músculo *Longissimus dorsi*, lo que concuerda con lo encontrado en este trabajo.

Para la fuerza de corte el valor fue de $6.48 \pm 1.49 \text{ kg}$, siendo clasificada como carne dura de acuerdo a los criterios de Shackelford *et al.* (1991) cuya escala es: <3.2 kg, muy suave; de 3.2 a 3.89 kg, suave; de 3.89 a 4.59 kg, intermedio y >4.59 kg, dura. Al respecto, González *et al.* (2010) registraron valores de fuerza de corte de 5.62 kg para el *Longissimus thoracis*, que de acuerdo a la clasificación de Shackelford ésta también está dentro de la categoría de carne dura. Cabe mencionar que no debe existir punto de confusión cuando en el texto se refiere la firmeza de la carne ya que esta variable es medida sobre la canal en la carne cruda y la fuerza de corte determina la suavidad o dureza de la carne cocinada. Los valores altos de fuerza de corte encontrados en este trabajo, pese a los cambios inherentes del proceso de maduración de la carne, pueden deberse a varios factores, como el tipo racial (Bidner *et al.*, 2002; Barendse *et al.*, 2008; Café *et al.*, 2010) la edad (Plessis y Hoffman, 2007) y el uso de β - agonistas en el ganado (Claus *et al.*, 2010; Hope-Jones *et al.*, 2010). Al respecto, Strydom *et al.* (2009) encontraron, al analizar diferentes β - agonistas, que el zilpaterol utilizado en el ganado incrementa la actividad de la calpastatina en el

músculo *Longissimus* hasta un 67.08 %, comparado con el grupo control, provocando el incremento en la fuerza de corte Warner-Bratzler obteniendo un valor de 6 kg/cm² en carne con 14 días de maduración; aunado a esto, también observaron una reducción del colágeno total en animales de 18 meses de edad.

6.2 EFECTO DE LOS FACTORES DE PRODUCCIÓN SOBRE LAS VARIABLES DE CALIDAD Y RENDIMIENTO MEDIDAS EN LA CANAL Y EN LA CARNE

6.2.1 Efectos del tipo racial sobre las variables de calidad y rendimiento de la canal y la carne bovina.

Méndez *et al.* (2009) reportan que el 90% de la población de bovinos destinados al mercado de la carne en México tienen algún grado de inclusión *Bos indicus* en las cruzas; esto es un punto de partida importante para describir los efectos del grado de inclusión del *Bos indicus* sobre la calidad de la canal y de la carne como se muestran en el Cuadro 3.

Se observa que el color de la carne de animales 100% *Bos indicus* es más oscura. La variabilidad de la intensidad del color rojo en la carne se debe principalmente al metabolismo y al porcentaje de fibras blancas, rojas e intermedias en cada raza, entre otros. Albetí *et al.* (1993) mencionan que entre razas especializadas en la producción de carne no existen diferencias significativas en el color. Crouse *et al.* (1989) señalaron carne más oscura de animales de raza Brahman y Sahiwal en comparación con animales de cruzas Hereford-Angus, esto muestra concordancia con lo encontrado en este trabajo, en donde las razas *Bos indicus* producen una pigmentación más oscura en su carne. Wheeler *et al.* (1990) indicaron una ligera tendencia de carne más oscura en animales Brahman en comparación con animales Hereford.

La firmeza de la carne es más suave (o blanda) en las canales de animales con cruzas mayores a $\frac{3}{4}$ *Bos indicus* ($P < 0.05$); esto concuerda con lo encontrado por Crouse *et al.* (1989) quienes indicaron una tendencia a carne más blanda a medida que el porcentaje de inclusión *Bos indicus* incrementaba en las cruzas.

Cuadro 3. Efecto del tipo racial sobre las variables de calidad y rendimiento de la carne en la población analizada

Variables	Tipo racial			
	$\leq 1/4$ <i>Bos indicus</i> ±E.E.	$1/2$ <i>Bos indicus</i> ±E.E.	$3/4$ <i>Bos indicus</i> ±E.E.	$4/4$ <i>Bos indicus</i> ±E.E.
	n=112	n=607	n=372	n=106
Calidad				
Color carne	2.06±0.04 ^a	2.03±0.01 ^a	1.74±0.02 ^b	1.58±0.04 ^c
Color grasa	1.91±0.01 ^b	2.00±0.00 ^a	2.00±0.00 ^a	1.98±0.01 ^a
Firmeza	3.45±0.08 ^b	3.55±0.03 ^b	3.90±0.04 ^a	3.99±0.08 ^a
Textura	3.86±0.07 ^b	4.06±0.03 ^a	4.00±0.03 ^{ab}	3.87±0.07 ^b
Marmoleo	1.90±0.08 ^a	1.72±0.03 ^b	1.40±0.04 ^c	0.87±0.08 ^d
pH	5.70±0.02 ^a	5.76±0.01 ^a	5.55±0.01 ^b	5.74±0.02 ^a
Fuerza de corte (kg/cm ²)	6.86±0.54 ^a	5.88±0.19 ^b	6.75±0.16 ^a	7.10±0.33 ^a
Rendimiento				
Distribución de la grasa	2.03±0.05 ^{ab}	2.11±0.02 ^a	1.92±0.03 ^b	1.74±0.05 ^c
Conformación	1.92±0.04 ^{ab}	1.84±0.01 ^b	2.00±0.02 ^a	1.62±0.04 ^c
Grosor de grasa (cm)	0.63±0.03 ^a	0.58±0.01 ^a	0.52±0.01 ^b	0.40±0.03 ^c
Área de chuleta (cm ²)	84.83±1.54 ^a	86.83±0.58 ^a	79.41±0.70 ^b	77.99±1.48 ^b

Literales diferentes en la misma fila reflejan medias significativamente diferentes ($P < 0.05$). Color de carne= 1:rojo oscuro / 3:rojo pálido; Color de la grasa= 1:blanca / 3:amarilla; Firmeza= 1:firme(+) / 6:suave(+); Textura= 1:tosca(+) / 6:fina(+); Marmoleo 0:magra / 6:ligeramente abundante; Distribución de la grasa= 1:no uniforme / 3:uniforme; Conformación = 1:cóncavo / 3:convexo. E.E. Error estándar

La textura tiende a ser más fina en los animales $1/2$ *Bos indicus*, comparados con las canales provenientes de animales $\leq 1/4$ *Bos indicus* y $4/4$ *Bos indicus* ($P < 0.05$) aunque no es estadísticamente diferente de los animales $3/4$ Cebú; esto contrasta con lo encontrado por Crouse *et al.* (1989) quienes observaron carne más fina en las cruza de animales *Bos taurus*.

El marmoleo de la carne fue significativamente menor a medida que el porcentaje de inclusión *B. indicus* incrementó en las cruza. Huffman *et al.* (1990) y O'Connor *et al.* (1997) observaron menor grado de marmoleo en animales *B. indicus* en comparación con los *B. taurus*; esto se debe a las diferencias de precocidad y crecimiento entre ambos tipos de ganado (Brito *et al.* 2004).

El pH 24 h *post-mortem* de la carne es más ácido en animales cruzas $\frac{3}{4}$ *Bos indicus*, no obstante, se encuentra en el rango normal de pH de carne bovina (5.2 – 5.8). Monsón *et al.* (2004) evaluaron el pH de machos enteros de diferentes razas y no encontraron diferencias significativas (intervalo de 5.48 y 5.51). Chambaz *et al.* (2003) registró valores de pH similares en novillos Angus, Simmental, Charolais y Limousin. Por lo anterior, en este estudio las diferencias entre los valores de pH no son necesariamente inherentes al tipo racial, más bien se atribuyen a factores de transporte y manejo antemortem de los animales.

Los valores de fuerza de corte (FC) para el grupo de animales $\frac{1}{2}$ Cebú fueron los más bajos, por otra parte, la carne de animales 100% Cebú mostró tendencia a mayor FC aunque no se observó diferencia significativa de este grupo en comparación con los animales con cruzas $\frac{3}{4}$ y $\leq \frac{1}{4}$ Cebú. Koohmaraie *et al.* (1990, 1995), Wheeler *et al.* (1994), Barendse *et al.*, (2008) y Café *et al.*, (2010), entre otros, coinciden en que la carne proveniente de razas *Bos taurus* es más suave que la proveniente de razas *Bos indicus* al mostrar valores menores de fuerza de corte. Crouse *et al.* (1989) y Johnson *et al.* (1990) concluyen que los valores de FC del músculo *Longissimus* se incrementan conforme la inclusión del genotipo *Bos indicus* aumentan en las cruzas. Este efecto se explica debido a la elevada actividad de la calpastatina (proteína inhibidora del sistema de las enzimas calpaínas) del genotipo *Bos indicus*, lo que causa un retardo del ablandamiento natural de la carne durante la maduración *post-mortem* (Crouse *et al.*, 1989, Wheeler *et al.*, 1989, 1990; Whipple *et al.*, 1990; Sherbeck *et al.*, 1995; Pringle *et al.*, 1997; Kim *et al.*, 2001, Bidner *et al.*, 2002, Barendse *et al.*, 2008; Café *et al.*, 2010).

Además la distribución de la grasa es menos uniforme en los animales 100% *Bos indicus* en comparación con los otros tipos raciales. El grosor de la grasa disminuye ($P < 0.05$) a medida que la inclusión de *Bos indicus* es mayor en las cruzas. Es conocido que las cruzas bovinas con porcentajes altos de inclusión *Bos indicus* depositan menos grasa en comparación con aquellas de mayor porcentaje *Bos taurus* (Carpenter *et al.*, 1961; Peacock *et al.*, 1979; Huffman *et al.*, 1990; O'Connor *et al.*, 1997) esto es debido a las diferencias de rusticidad y precocidad entre razas de los troncos *Bos indicus* y *Bos taurus*; los animales *Bos taurus* son más precoces que los *Bos indicus* alcanzando el estado de madurez más rápido que los animales cebuinos; es decir, las razas *Bos taurus* comienzan a depositar grasa subcutánea, intermuscular e intramuscular a periodos de tiempo menores que las razas *Bos indicus*. Crouse *et al.*

(1989) indicaron niveles de grosor de grasa mayores en animales *Bos taurus* en comparación con *Bos indicus*.

La conformación de la pierna en las canales procedentes de animales 100% *Bos indicus* tienen una media significativamente menor ($P < 0.05$) a los demás grupos raciales ubicándose entre cóncavo y recto. Crouse *et al.* (1989) concluyeron que el peso de la canal caliente tiende a ser mayor conforme la inclusión de *Bos indicus* se reduce en las cruza. En cuanto al área de chuleta, ésta es mayor para los animales con inclusión de $\leq 1/2$ *Bos indicus* ($P < 0.05$). Estos efectos se deben a las diferencia de velocidad del crecimiento entre los troncos *Bos indicus* y *Bos taurus*, donde estos últimos tienden a alcanzar el desarrollo y peso total a menor edad que las *Bos indicus*; aunado a esto, las razas *Bos taurus* son más cárnicas que las *Bos indicus*, presentando locis de carácter cuantitativo (peso al año) en sus cromosomas con efectos dominantes y demostrando que la heterocigosis en las cruza con animales *Bos indicus* tiene efectos significativos comparados con animales *Bos indicus* puros (Kim *et al.*, 2003, Grosz y MacNeil, 2001).

6.2.1.1 Interacción del tipo racial y el sexo de los animales sobre las variables de calidad y rendimiento de la canal y la carne

En el Cuadro 4 se muestran las interacciones detectadas entre los factores tipo racial y sexo sobre las características de la canal y la carne. Para los demás factores de producción (días de finalización y edad) no existió interacción.

Cuadro 4. Interacciones para los efectos de tipo racial y sexo de los animales

Variables	TRxS
Color de carne	*
Color de grasa	NS
Marmoleo	*
Fuerza de corte	*
Distribución de grasa	*
Grosor de grasa	*
Conformación	*
Área de chuleta	*

* $P < 0.05$ = existe interacción del modelo sobre la variable. NS = No significativo ($P > 0.05$). TR: Tipo racial; S: Sexo

6.2.1.1.1 Variables de calidad

6.2.1.1.1.1 Color de carne

En el Gráfico 1 se observa que a medida que la inclusión de *Bos indicus* se incrementa en las cruzas, el color de la carne tiende a tomar valores más bajos tanto para hembras como para machos, es decir; la carne es más oscura.

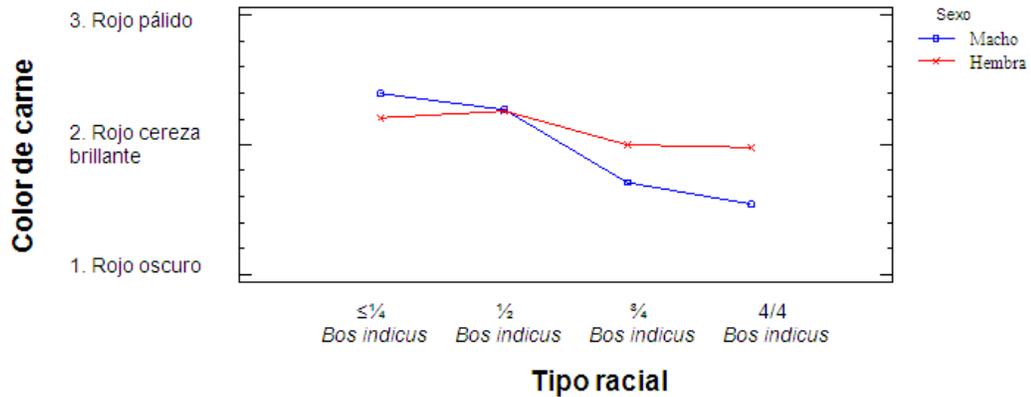


Gráfico 1. Interacción de los efectos del tipo racial y sexo sobre el color de la carne

Sin embargo, se aprecia que la diferencia de medias del color de la carne en los machos es más marcada a medida que se incrementa la inclusión de *Bos indicus* en las cruzas (1.68 con inclusión $\frac{3}{4}$ *Bos indicus* y 1.31 con $\frac{4}{4}$ *Bos indicus* $P < 0.05$) mientras que las hembras conservan valores más estables, cercanos al tono rojo cereza brillante en todos los tipos raciales (1.88 con inclusión $\frac{3}{4}$ *Bos indicus* y 2.00 con $\frac{4}{4}$ *Bos indicus* $P > 0.05$). Esto podría ser debido a que los machos enteros tienen mayor proporción de hemoglobina y glóbulos rojos en sangre, comparados con las hembras (Bavera *et al.*, 2005, Mielnik *et al.*, 2011). Bocard *et al.* (1978) obtuvieron mayor concentración de mioglobina en el músculo semitendinoso de machos enteros, en comparación con machos castrados. Mänttari *et al.* (2008) investigaron los efectos de la testosterona sobre la mioglobina en músculos de ratón, encontrando que esta hormona puede incrementar la concentración del pigmento, con la finalidad de regular el potencial aeróbico del músculo.

6.2.1.1.2 Marmoleo

En el Gráfico 2 se observa que conforme incrementa el porcentaje de inclusión de *Bos indicus* en las cruzas de animales machos, el marmoleo de la carne disminuye; mientras que en las hembras el comportamiento es más estable. Las hembras depositan más grasa que los machos y este efecto es el que se busca en el manejo de engorda de machos castrados en países como E.U.A. En México, principalmente en la región norte del país, se llevan a cabo prácticas de producción similares, donde se utilizan machos castrados o hembras.

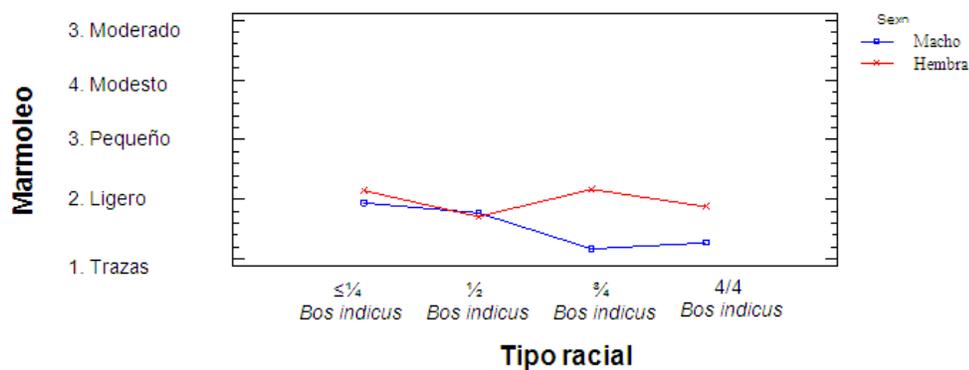


Gráfico 2. Interacción de los efectos del tipo racial y sexo sobre el marmoleo de la carne

Se observa que en cada tipo racial, las hembras tienen mayor marmoleo que los machos a excepción del tipo racial $1/2$ *Bos indicus* donde las medias en el marmoleo de machos y hembras es similar (1.78 para machos y 1.70 para hembras $P > 0.05$). Tatum *et al.* (1990) señalaron mayor marmoleo en hembras que en machos *Bos taurus*. Para el tipo racial de $3/4$ y $4/4$ *Bos indicus*, las hembras depositan mayor cantidad de grasa intramuscular que los machos (1.15 en machos $3/4$ *Bos indicus* y 2.17 en hembras del mismo tipo racial $P < 0.05$), esto debido a que las hembras tienen una mayor velocidad de crecimiento, en comparación con los machos, alcanzando el estado de madurez y deposición grasa a edades más tempranas (Bavera *et al.*, 2005, Renecker *et al.*, 2005).

Se ha comprobado que las cruzas con porcentajes altos de inclusión *Bos indicus* tienen muy poca habilidad de depositar grasa intramuscular en comparación con aquellas de mayor porcentaje *Bos taurus* (Carpenter *et al.*, 1961; Peacock *et al.*, 1979; Huffman *et al.*, 1990; O'Connor *et al.*, 1997, Curi *et al.*, 2009); estas características también están atribuidas a las diferencias de precocidad de las razas,

ya que los animales *Bos taurus* son más precoces que los *Bos indicus*; es decir, las razas *Bos taurus* comienzan a depositar grasa subcutánea, intermuscular e intramuscular a periodos de tiempo menores que las razas *Bos indicus* (Bavera *et al.*, 2005).

6.2.1.1.1.3 Fuerza de corte

En el Gráfico 3 se muestra que los valores de fuerza de corte (FC) presentaron mayor variación para los machos en los tipos raciales mayores a $\frac{3}{4}$ *Bos indicus*, incrementándose la fuerza de corte hasta 2.4 kg/cm² en los animales 100% *Bos indicus* en comparación con los animales $\leq \frac{1}{4}$ *Bos indicus* ($P < 0.05$); mientras que en las hembras, las medias fueron más estables para todos los tipos raciales (6.82 kg/cm² en animales $\leq \frac{1}{4}$ *Bos indicus* y 6.79 82 kg/cm² para 100% *Bos indicus* ($P > 0.05$), observándose, que en las cruzas $\leq \frac{1}{2}$ *Bos indicus*, la carne proveniente de animales machos tiene valores de FC menores que la carne proveniente de hembras, mientras que a cruzas $\geq \frac{3}{4}$ *Bos indicus*, la carne de las hembras presenta menor resistencia al corte que la proveniente de los machos ($P < 0.05$).

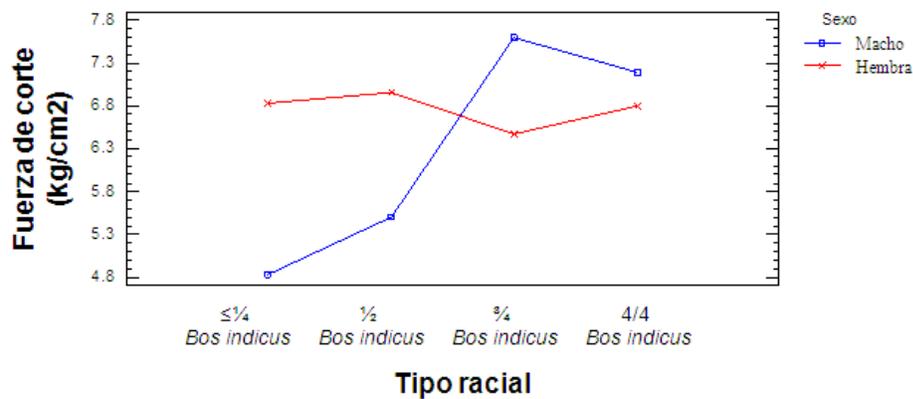


Gráfico 3. Interacción de los efectos del tipo racial y sexo sobre la fuerza de corte de la carne

Como se citó anteriormente, varios autores (Koohmaraie *et al.* 1990, 1995, Wheeler *et al.* 1994, Barendse *et al.*, 2008, Café *et al.*, 2010, entre otros) coinciden que la carne proveniente de razas *Bos taurus* es más suave que la proveniente de razas *Bos indicus* al mostrar valores menores de Warner Bratzler; además los valores de fuerza de corte en los cortes procedentes del músculo *Longissimus* incrementan conforme la inclusión del genotipo *Bos indicus* incrementa en las cruzas (Crouse *et al.*,

1989, Johnson *et al.*, 1990). El efecto reportado por estos autores lo encontramos concordante para el caso de los machos en nuestro estudio. En la carne procedente de hembras el efecto del tipo cebú sobre la fuerza de corte no muestra cambios tan drásticos ya que estos permanecen en los valores cercanos a 7 kg/cm².

6.2.1.1.2 Variables de rendimiento

6.2.1.1.2.1 Distribución grasa

Los valores de distribución de la grasa (Gráfico 4) para cada tipo racial no mostraron diferencias significativas por sexo, a excepción del tipo racial $\leq \frac{1}{4}$ *Bos indicus*, en donde las canales de hembras (2.17), mostraron mejor distribución de la grasa ($P < 0.05$) de cobertura que los machos (1.65).

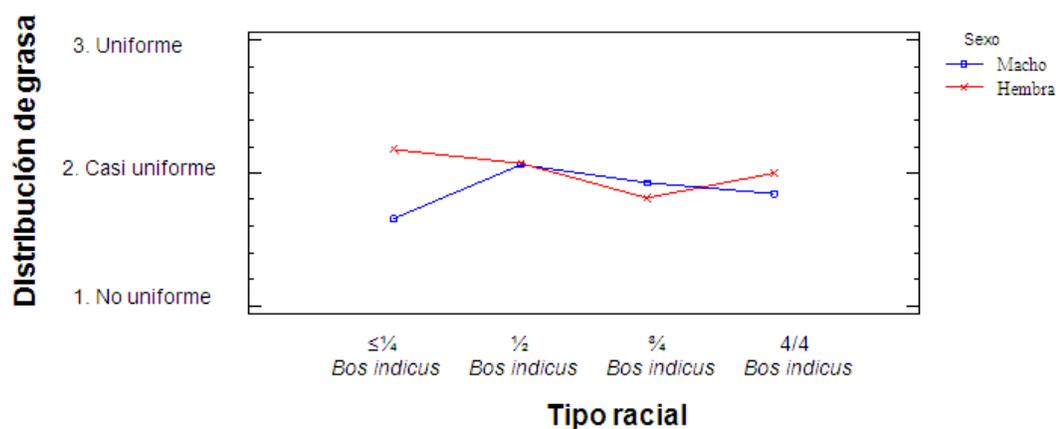


Gráfico 4. Interacción de los efectos del tipo racial y sexo sobre la distribución de la grasa en la canal

Esto se debe a las diferencias de precocidad y crecimiento entre ambos tipos raciales en donde los animales *Bos taurus* alcanzan estados de madurez a edades más tempranas que los *Bos indicus* (Brito *et al.* 2004), aunado a esto las hembras tienen una mayor velocidad de crecimiento, en comparación con los machos, alcanzando el estado de madurez y deposición grasa a menor edad y debido a efectos fisiológicos, las hembras depositan más grasa en comparación con los machos (Bavera *et al.*, 2005, Renecker *et al.*, 2005).

6.2.1.1.2.2 Conformación

Tanto machos como hembras del tipo racial $\leq \frac{1}{4}$ *Bos indicus* tienden a presentar una conformación de la pierna más convexa que los demás tipos raciales (Gráfico 5); sin embargo, la media para el perfil de la pierna en los animales $\frac{1}{2}$ *Bos indicus* fue muy similar entre machos y hembras (1.72 para machos y 1.64 para hembras $P>0.05$), mientras que en los animales 100% *Bos indicus*, las canales de hembras presentaron mejor conformación que los machos, pero sin superar el rango de recto ($P<0.05$).

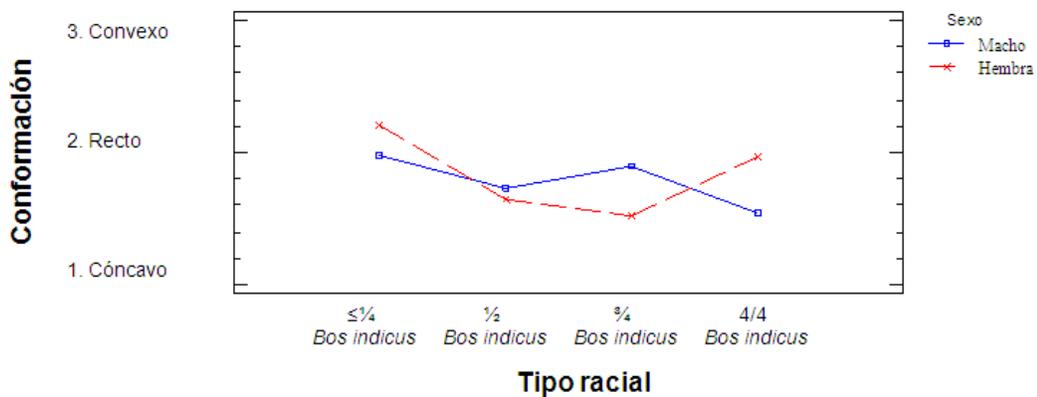


Gráfico 5. Interacción de los efectos del tipo racial y sexo sobre la conformación de la canal

Una conformación de la pierna más convexa generalmente implica mayor peso de la canal, al respecto Crouse *et al.* (1989) señalaron que el peso de la canal caliente tiende a ser mayor conforme la inclusión de *Bos indicus* se reduce en las cruza, debido a la especialización de las razas y a que los animales *Bos taurus* son más precoces que los *Bos indicus* alcanzando estados de crecimiento y madurez más rápido que los animales Cebú (Brito *et al.* 2004, Bavera *et al.*, 2005). En cuanto al tipo racial $\frac{4}{4}$ *Bos indicus*, se ha observado que las hembras tienen una mayor velocidad de crecimiento, en comparación con los machos (Bavera *et al.*, 2005, Renecker *et al.*, 2005).

6.2.1.1.2.3 Grosor de grasa

La diferencia de las medias del grosor de grasa (Gráfico 6) son menores entre machos y hembras del tipo racial $\frac{1}{2}$ *Bos indicus* (0.58 cm en hembras y 0.67 cm en machos) aunque resulta significativa ($P<0.05$) sin embargo, el grosor de grasa de las

hembras de los demás tipos raciales es mayor que la de los machos ($P < 0.05$), esto se debe a que las hembras son más precoces que los machos y alcanzan el estado de madurez y deposición grasa a menores periodos que los machos (Bavera *et al.*, 2005, Renecker *et al.*, 2005).

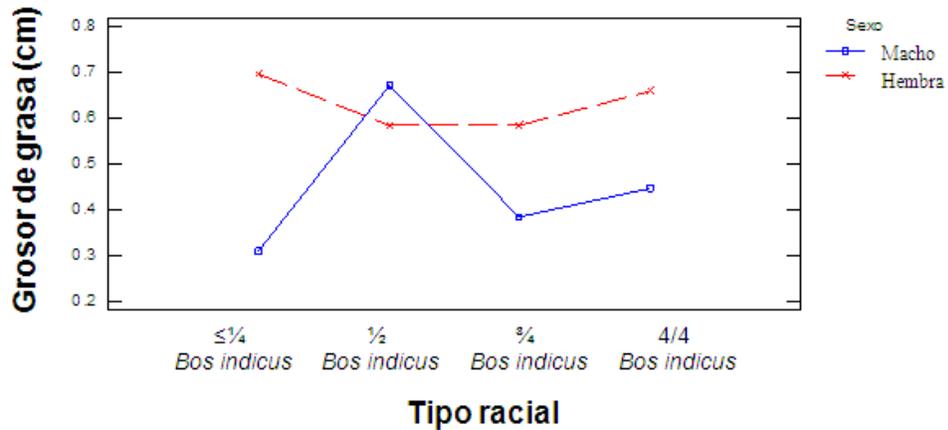


Gráfico 6. Interacción de los efectos del tipo racial y sexo sobre el grosor de la grasa de la canal

6.2.1.1.2.4 Área de chuleta

En el Gráfico 7 se muestra que las diferencias del área de chuleta entre machos y hembras de los tipos raciales 1/2 *Bos indicus* no son significativamente diferentes, caso contrario para el tipo 1/4, 3/4 y 4/4 *Bos indicus* y que para las hembras, el tipo racial no tiene efectos tan marcados como para los machos ($P > 0.05$) manteniendo valores de entre 69.91 cm² (≤ 1/4 *Bos indicus*) y 68.79 cm² (4/4 *Bos indicus*).

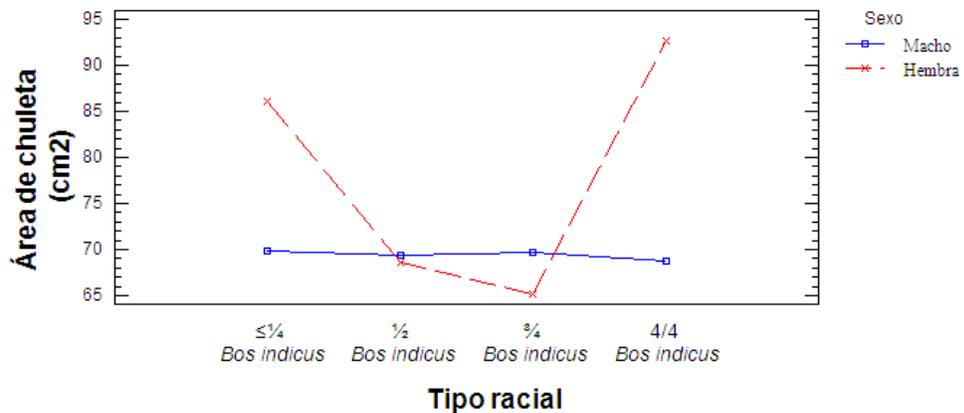


Gráfico 7. Interacción de los efectos del tipo racial y sexo sobre el área de chuleta

Al respecto, Crouse *et al.* (1989) no encontraron diferencias significativas en el área de chuleta de machos castrados $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ Cebú; sin embargo, en nuestro estudio este efecto se observó en machos enteros.

Se aprecian grandes diferencias entre las medias de área de chuleta de hembras y machos $\leq \frac{1}{4}$ y $\frac{4}{4}$ *Bos indicus* ($P < 0.05$), donde las hembras tuvieron mayor área (83.13 cm² para $\leq \frac{1}{4}$ *Bos indicus* y 92.62 cm² para $\frac{4}{4}$ *Bos indicus*). Este efecto también puede atribuirse a que las hembras alcanzan estado de crecimiento más rápidamente que los machos (Bavera *et al.*, 2005, Renecker *et al.*, 2005).

6.2.1.2 Relación del tipo racial con las mediciones sobre la giba

En este estudio el promedio para la altura de giba fue de 11.38±4.0 cm y el 81.56% de las canales tuvieron valores mayores a 7 cm en la altura de la giba existiendo relación entre la altura de giba con respecto a la inclusión de *Bos indicus* en las cruas reportadas al igual que con el área de giba ($P < 0.05$). Dicha relación se muestra en los Cuadros 5, 6 y 7.

Cuadro 5. Alto de giba de acuerdo al tipo racial

Tipo racial	Alto de giba (cm)		
	$\bar{x} \pm E.E.$	Límite Inferior	Límite Superior
$\leq \frac{1}{4}$ <i>Bos indicus</i>	7.92±0.55 ^a	7.15149	8.69467
$\frac{1}{2}$ <i>Bos indicus</i>	9.44±0.17 ^b	9.20311	9.68022
$\frac{3}{4}$ <i>Bos indicus</i>	13.13±0.18 ^c	12.8886	13.3883
$\frac{4}{4}$ <i>Bos indicus</i>	14.07±0.34 ^d	13.6029	14.5525

Literales diferentes en la misma columna son significativamente diferentes ($P < 0.05$). \bar{x} : media; E.E. Error estándar

En México no existen estudios que relacionen la altura de giba con el porcentaje de inclusión *Bos indicus*. Los resultados del Cuadro 5 muestran que existe una relación directa del porcentaje de inclusión *Bos indicus* con la altura de la giba ($P < 0.05$); es decir, a mayor grado de inclusión *Bos indicus*, mayor es la altura de la giba. Al respecto, Riley *et al.* (2002) obtuvieron un índice de heredabilidad alto ($h^2=0.54$) para la altura de giba en las cruas con ganado Brahman. Se observa que los límites para cada tipo racial no se sobreponen, por lo que podrían establecerse

rangos, sin embargo, se concluye que aquellos animales con una giba mayor a 7cm poseen inclusión *Bos indicus* en su cruce.

En el Cuadro 6, se muestra que para el ancho de la giba no existió diferencia significativa entre los tipos raciales $\leq \frac{1}{4}$ Cebú y $\frac{1}{2}$ Cebú ($P>0.05$).

Cuadro 6. Ancho de giba de acuerdo al tipo racial

Tipo racial	Ancho de giba (cm)		
	$x \pm E.E.$	Límite Inferior	Límite Superior
$\leq \frac{1}{4}$ <i>Bos indicus</i>	26.17 \pm 0.76 ^a	25.1238	27.2351
$\frac{1}{2}$ <i>Bos indicus</i>	27.71 \pm 0.23 ^a	27.3905	28.0433
$\frac{3}{4}$ <i>Bos indicus</i>	30.12 \pm 0.24 ^b	29.7827	30.4663
$\frac{4}{4}$ <i>Bos indicus</i>	31.49 \pm 0.46 ^c	30.8456	32.1447

Literales diferentes en la misma columna son significativamente diferentes ($P<0.05$). x: media; E.E. Error estándar

Se puede concluir que en canales con valores mayores a 30 cm del ancho de giba tienen un grado de inclusión *Bos indicus* $\geq \frac{3}{4}$.

Para el área de giba (Cuadro 7) se observa que el área es mayor ($P<0.05$) a medida que se incrementa el porcentaje de inclusión de *Bos indicus*.

Cuadro 7. Área de giba de acuerdo al tipo racial

Tipo racial	Área de giba (cm ²)		
	$x \pm E.E.$	Límite Inferior	Límite Superior
$\leq \frac{1}{4}$ <i>Bos indicus</i>	209.59 \pm 23.30 ^a	177.296	241.883
$\frac{1}{2}$ <i>Bos indicus</i>	262.80 \pm 7.12 ^b	252.924	272.676
$\frac{3}{4}$ <i>Bos indicus</i>	404.93 \pm 7.54 ^c	394.476	415.388
$\frac{4}{4}$ <i>Bos indicus</i>	443.82 \pm 14.13 ^d	424.24	463.416

Literales diferentes en la misma columna son significativamente diferentes ($P<0.05$). x: media; E.E. Error estándar

De acuerdo a los resultados se puede concluir, que cuando el área de la giba supera los 424 cm², la genética del animal corresponde a 100% *Bos indicus* y cuando esta medida se encuentra por debajo de los 250 cm² corresponde a un animal 75-100% *Bos taurus*; el rango entre estos dos valores pertenece a animales de cruces $\frac{1}{2}$ ó $\frac{3}{4}$ *Bos indicus*.

6.2.2 Efectos de la edad sobre las variables de calidad y rendimiento de la canal y la carne bovina.

El efecto de la edad de los animales sobre las variables medidas en la canal y la carne se muestran en el Cuadro 8.

Se observa que el color de la carne es más oscuro en los animales de 18 - 26 meses de edad ($P < 0.05$), mientras que el color de la grasa es más blanca para los animales de más de 27-30 meses de edad. Plessis & Hoffman (2007) y Arthaud *et al.* (1977) reportaron que el color de la carne tiende a ser más oscuro conforme la edad del animal incrementa, esto es debido a que los músculos de animales maduros contienen mayor cantidad de mioglobina (Cassens, 1994). El color de la grasa tiende a ser más blanca para los animales de mayor edad, esto debido a que probablemente este grupo de animales permanecieron un mayor periodo de tiempo alimentados con concentrados y con un bajo aporte de forraje con alto contenido de carotenos, los cuales influyen directamente en el color de la grasa (Priolo *et al.*, 2001).

La carne se mostró más firme y la textura más tosca ($P < 0.05$) en animales de 13 a 17 meses de edad. Esto puede ser debido a que este grupo tuvo tendencias a mayor grosor de grasa proporcionando mayor soporte al músculo y por ende mayor firmeza de la carne (Keeton, 1994). En cuanto a la textura, esta se ve influenciada directamente con la edad, pues se ha observado que a medida que el animal crece el diámetro de los haces musculares se incrementan (Kaandepan *et al.*, 2009).

Los menores valores de marmoleo fueron para los animales de 18 a 26 meses de edad ($P < 0.05$); además de que este grupo de animales tiene una distribución de la grasa menos uniforme y menor grosor de la grasa de cobertura; mientras que el área de ojo de chuleta es mayor en comparación con los grupos de mayor edad ($P < 0.05$). Existe una correlación significativamente positiva entre el engrasamiento general de la canal con el marmoleo de la carne y viceversa (Price y Schweigert, 1994). Bertelli *et al.* (2011) indicaron que en los animales jóvenes (20-24 meses), los valores de humedad son mayores que en animales de mayor edad y que de manera contraria el contenido de grasa intramuscular se incrementa a medida que la edad del animal es mayor, esto debido a la disponibilidad de mayores periodos de alimentación con concentrado.

Cuadro 8. Efecto de la edad sobre las variables de calidad y rendimiento de la carne

Variables	Edad (meses)		
	13-17	18-26	27-30
	x±E.E. n=161	x±E.E. n=775	x±E.E. n=261
Calidad			
Color carne	1.98±0.02 ^a	1.85±0.02 ^b	2.00±0.02 ^a
Color grasa	2.00±0.01 ^a	2.00±0.00 ^a	1.96±0.00 ^b
Firmeza	3.41±0.06 ^b	3.74±0.03 ^a	3.77±0.06 ^a
Textura	3.60±0.05 ^b	4.08±0.02 ^a	4.07±0.05 ^a
Marmoleo	1.90±0.06 ^a	1.37±0.03 ^b	1.92±0.05 ^a
pH	5.41±0.02 ^b	5.73±0.01 ^a	5.71±0.01 ^a
Fuerza de corte (kg/cm ²)	6.57±0.32 ^a	6.32±0.15 ^a	6.70±0.22 ^a
Rendimiento			
Distribución de la grasa	2.11±0.04 ^a	1.92±0.02 ^b	2.20±0.03 ^a
Conformación	2.04±0.03 ^a	1.91±0.01 ^b	1.69±0.03 ^c
Grosor de grasa (cm)	0.64±0.02 ^a	0.51±0.01 ^b	0.60±0.02 ^a
Área de chuleta (cm ²)	76.25±1.16 ^c	84.77±0.51 ^a	83.41±1.22 ^b

Literales diferentes en la misma fila reflejan medias significativamente diferentes ($P < 0.05$). Color de carne= 1:rojo oscuro / 3:rojo pálido; Color de la grasa= 1:blanca / 3:amarilla; Firmeza= 1:firme(+) / 6:suave(+); Textura= 1:tosca(+) / 6:fina(+); Marmoleo 0:magra / 6:ligeramente abundante; Distribución de la grasa= 1:no uniforme / 3:uniforme; Conformación = 1:cóncavo / 3:convexo. x: media; E.E. Error estándar

Los menores valores de marmoleo fueron para los animales de 18 a 26 meses de edad ($P < 0.05$); además de que este grupo de animales tiene una distribución de la grasa menos uniforme y menor grosor de la grasa de cobertura; mientras que el área de ojo de chuleta es mayor en comparación con los grupos de mayor edad ($P < 0.05$). Existe una correlación significativamente positiva entre el engrasamiento general de la canal con el marmoleo de la carne y viceversa (Price y Schweigert, 1994). Bertelli *et al.* (2011) indicaron que en los animales jóvenes (20-24 meses), los valores de humedad son mayores que en animales de mayor edad y que de manera contraria el contenido de grasa intramuscular se incrementa a medida que la edad del animal es mayor, esto debido a la disponibilidad de mayores periodos de alimentación con concentrado.

El pH 24 h *post mortem* de la carne es más ácido en los animales de 13-17 meses, sin embargo, se encuentra entre los rangos normales de 5.3- 5.7 (Ferguson *et al.*, 2001) Bertelli *et al.* (2011) no obtuvieron diferencias de pH en animales *Bos indicus* de entre 20 y 42 meses de edad, Keane y Allen (1998) no encontraron tampoco diferencias de pH en animales de diferentes edades.

La edad no mostró interacción con otros factores de producción.

6.2.3 Efectos de los días de finalización en corral sobre las variables de calidad y rendimiento de la canal y la carne bovina

Los efectos de los días de finalización en corral de los animales sobre las variables medidas en la canal y la carne se muestran en el Cuadro 9.

Los resultados muestran que el color de la carne tiende hacia el rojo cereza brillante, ($P>0.05$) conforme se incrementa el periodo de finalización en corral (>151 días). La carne resultó más firme en periodos de engorda de 101 a 150 días ($P<0.05$), este efecto puede deberse indirectamente a que en este periodo de engorda los valores de grosor de la grasa y marmoleo fueron mayores, mismas características que brindan mayor soporte a la fibra muscular (Keeton, 1994). La textura es más fina a mayores periodos de engorda, esto concuerda con lo registrado por Sami *et al.* (2004), quienes en su estudio encontraron texturas más finas de la carne a mayores periodos de engorda. Miller *et al.* (2003) reportan que el incremento de los días de engorda en corral se asocia con altos grados de calidad de la carne.

Cuadro 9. Efecto de los días de engorda sobre las variables de calidad y rendimiento de la carne

Variables	Días de finalización en corral		
	80-100	101-150	151-230
	X±E.E. n=205	X±E.E. n=610	X±E.E. n=382
Calidad			
Color carne	1.85±0.03 ^b	1.86±0.01 ^b	1.99±0.02 ^a
Color grasa	1.96±0.00 ^b	2.00±0.00 ^a	2.00±0.00 ^a
Firmeza	3.87±0.05 ^a	3.55±0.03 ^b	3.87±0.04 ^a
Textura	3.97±0.05 ^b	3.92±0.02 ^b	4.20±0.04 ^a
Marmoleo	1.03±0.06 ^b	1.71±0.03 ^a	1.61±0.04 ^a
pH	5.64±0.01 ^b	5.65±0.01 ^b	5.74±0.01 ^a
Fuerza de corte (kg/cm ²)	6.59±0.23 ^{ab}	6.10±0.20 ^b	6.71±0.18 ^a
Rendimiento			
Distribución de la grasa	1.59±0.03 ^c	2.03±0.02 ^b	2.20±0.02 ^a
Conformación	1.67±0.03 ^c	2.00±0.01 ^a	1.79±0.02 ^b
Grosor de grasa (cm)	0.43±0.02 ^b	0.58±0.01 ^a	0.55±0.01 ^a
Área de chuleta (cm ²)	76.38±0.96 ^c	86.06±0.58 ^a	82.51±0.83 ^b

Literales diferentes en la misma fila reflejan medias significativamente diferentes (P<0.05). Color de carne= 1:rojo oscuro / 3:rojo pálido; Color de la grasa= 1:blanca / 3:amarilla; Firmeza= 1:firme(+) / 6:suave(+); Textura= 1:tosca(+) / 6:fina(+); Marmoleo 0:magra / 6:ligeramente abundante; Distribución de la grasa= 1:no uniforme / 3:uniforme; Conformación = 1:cóncavo / 3:convexo. x: media; E.E. Error estándar

Los valores de marmoleo son mayores cuando los animales tienen periodos de finalización en corral mayores a 101 días (P<0.05). Maltin *et al.* (1998) indicaron que el contenido de grasa intramuscular aumenta conforme incrementa la edad al sacrificio en machos enteros; sin embargo, Sami *et al.* (2004) no obtuvieron diferencias significativas en los valores de marmoleo de animales con periodos de engorda de 100 y 138 días. A medida que se incrementan los periodos de finalización en corral, con dietas altas en energía, los depósitos de grasa incrementan en el organismo del bovino debido a que proporcionalmente la edad del animal también incrementa, alcanzando estados fisiológicos de maduración y no de crecimiento muscular, dando

pie al periodo de deposición de grasa (Sampaio *et al.*, 2009, Williams y Jenkins, 2003); aunado a esto, el poco gasto energético de animales estabulados y el alto nivel de carbohidratos en las dietas activan rutas metabólicas de almacenamiento de energía, como grasa y glucógeno (Sampaio *et al.*, 2009).

La fuerza de corte tiende a ser menor en periodos de engorda de 101 a 150 días, sin embargo no son estadísticamente diferentes a los animales sometidos a un menor periodo de engorda; no obstante, los animales con periodos de finalización de 101 a 150 días mostraron tendencia a mayores valores de marmoleo; al respecto, Wood *et al.* (1999) indicaron que un contenido alto de grasa intramuscular disminuye la resistencia del músculo al corte debido a la dilución de las proteínas fibrosas por la grasa suave (Smith, 2001); sin embargo, y pese a que existen diferencias estadísticas entre las medias, la carne de los tres grupos de este estudio es considerada como dura, de acuerdo a los estudios y clasificación de Shackelford *et al.* (1991). Thompson (2004) concluye que la grasa intramuscular impacta en la terneza de la carne debido a su deposición en las células perivasculares del perimisio muscular reduciendo así la dureza del tejido conectivo.

La distribución de la grasa en la canal es más uniforme conforme se incrementan los días de engorda y el grosor de la grasa es mayor en periodos de finalización en corral mayores a los 101 días ($P < 0.05$). May *et al.* (1992) observaron incrementos lineales de la grasa subcutánea con respecto al incremento de los días de engorda del ganado. Owens y Gardner (1999) mencionan que la edad incrementa el engrasamiento de la canal, esto debido a que la grasa tiende a acrecentarse una vez completadas las principales etapas de crecimiento del músculo en el animal durante la etapa de madurez (Harper y Pethick, 2004).

El perfil de la pierna es recto en los animales con 101-150 días de engorda y tiende a ser cóncavo para los animales bajo los demás periodos de finalización ($P < 0.05$); no obstante, la conformación de la canal puede estar influenciada por varios factores como la edad, el sexo y la actividad del músculo (Purchas *et al.*, 2002; Bonagurio *et al.*, 2009). Sami *et al.* (2004) señalaron diferencias en la conformación de canales de animales machos Simmental en periodos de engorda de 100 y 138 días respectivamente, encontrando la variación de conformación de “buena” a “muy buena” en la escala europea (valor 4) al incrementar los días de finalización en corral.

En tanto, el área del ojo de chuleta es mayor en los animales de 101-150 días de engorda en comparación con los demás periodos ($P < 0.05$). Van Koevering *et al.* (1995) no obtuvieron diferencias significativas en el área del *Longissimus dorsi* de animales con diferentes periodos de alimentación. Es de observar, que para el periodo de finalización de 101-150 días se registraron los valores más altos de área de chuleta y conformación, esto debido, probablemente, a otras situaciones como el sexo y la edad de los animales, mismas que podrán analizarse en el siguiente subcapítulo.

El pH 24 h *post-mortem* resultó más elevado en los animales con periodos de finalización en corral mayores a 151 días; sin embargo, las fluctuaciones de pH son atribuidas al manejo de los animales previo al faenado.

6.2.3.1 Interacción de los días de finalización en corral y el sexo de los animales sobre las variables de calidad y rendimiento de la canal y la carne

En el Cuadro 10 se muestran las interacciones realizadas entre los factores días de finalización en corral y sexo sobre las características de la canal y la carne. Para los demás factores de producción (días de finalización y edad) no existió interacción.

Cuadro 10. Interacciones para los efectos de días de finalización en corral y sexo de los animales

Variables	DFxS
Color de carne	*
Color de grasa	NS
Marmoleo	*
Fuerza de corte	*
Distribución de grasa	*
Grosor de grasa	*
Conformación	*
Área de chuleta	*

* $P < 0.05$ = existe interacción del modelo sobre la variable.

NS = No significativo ($P > 0.05$). DF = Días de finalización; S: Sexo

6.2.3.1.1 Variables de calidad efecto por días en finalización

6.2.3.1.1.1 Color de carne

En el Gráfico 8 se muestran los valores de color de la carne tanto para hembras como para machos, el color de la carne tiende a ser más oscuro en un periodo de finalización en corral de 101 a 150 días ($P < 0.05$) sin embargo, este efecto es más marcado en los machos, para los otros periodos analizados no existieron diferencias en el color de la carne.

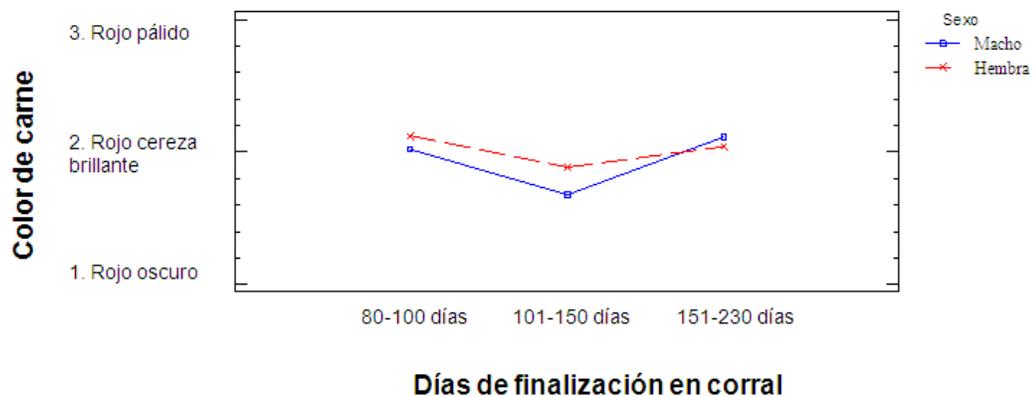


Gráfico 8. Interacción de los efectos de los días de finalización en corral y sexo de los animales sobre el color de la carne

6.2.3.1.1.2 Marmoleo

En el Gráfico 9 puede observarse que en general, las hembras tuvieron mayores valores de marmoleo que los machos, siendo la diferencia más marcada durante el periodo de 80-100 días (0.84 en machos y 1.60 en hembras $P < 0.05$).

Los mayores valores de marmoleo para ambos sexos se presentaron para el periodo de 101 a 150 días de finalización en corral (1.85 en machos y 2.04 en hembras); estas diferencias entre sexos, se deben a que las hembras tienen una mayor velocidad de crecimiento en comparación con los machos, alcanzando el estado de madurez y deposición grasa a edades más tempranas (Bavera *et al.*, 2005, Renecker *et al.*, 2005).

Maltin *et al.* (1998) concluyeron que el contenido de grasa intramuscular aumenta conforme se incrementa la edad al sacrificio en machos enteros.

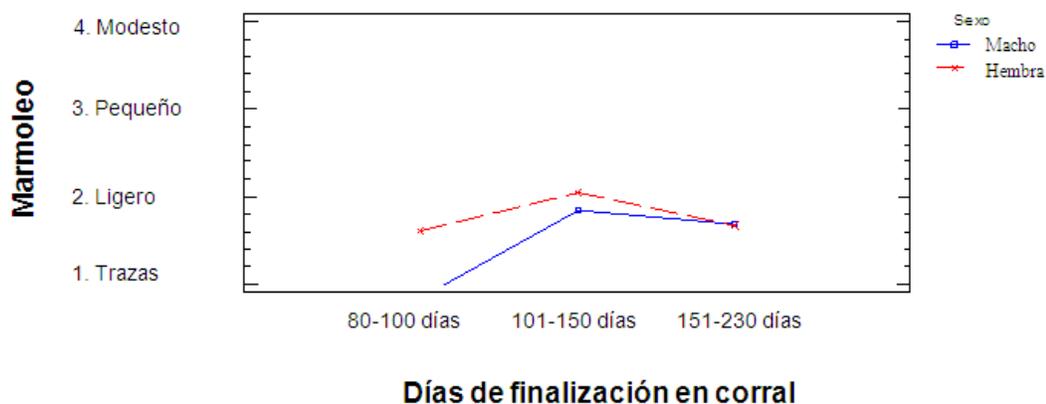


Gráfico 9. Interacción de los efectos de los días de finalización en corral y sexo de los animales sobre el marmoleo de la carne

6.2.3.1.1.3 Fuerza de corte

En el Gráfico 10 se puede observar que para los machos, a periodos de finalización en corral de 80-100 días, la fuerza de corte es mayor (7.36 kg/cm^2 $P < 0.05$) y a medida que el periodo de finalización en corral se incrementa, la fuerza de corte disminuye (5.83 kg/cm^2 a más de 151 días de engorda), mientras que en las hembras, al incrementar los días de engorda, la fuerza de corte de la carne aumenta (7.14 kg/cm^2) a más de 150 días de engorda y 5.53 kg/cm^2 a menos de 100 días de engorda ($P < 0.05$).

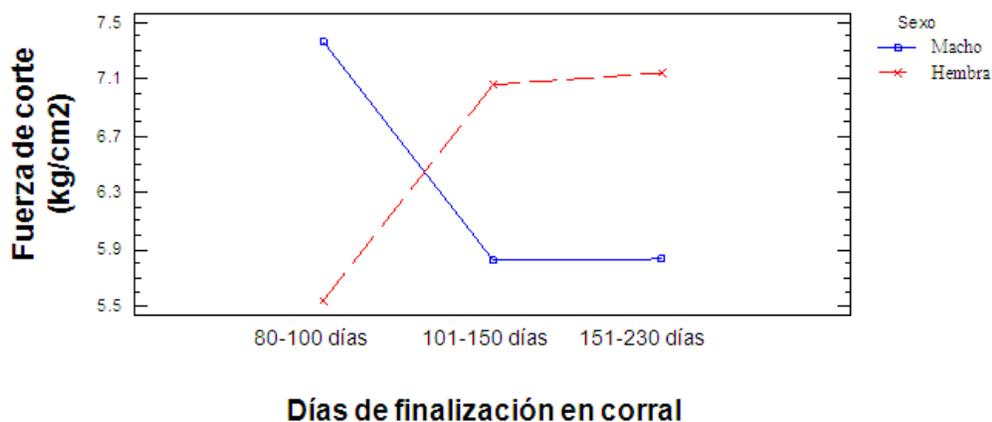


Gráfico 10. Interacción de los efectos de los días de finalización en corral y sexo de los animales sobre la fuerza de corte de la carne

Camfield *et al.* (1997), Short *et al.* (1999) y May *et al.* (1992) reportaron que el contenido de colágeno en el músculo aumenta conforme se incrementan los días de finalización (así como la edad) del ganado, en animales castrados, que es punto de comparación con las hembras de este estudio (Plessis y Hoffman, 2007, Hill, 1966, Bailey, 1985, McCormick, 1994, Maltin *et al.*, 1998, Cross *et al.*, 1973).

6.2.3.1.2 Variables de rendimiento efecto por días en finalización

6.2.3.1.2.1 Distribución de grasa

En el Gráfico 11 se puede observar que en periodos de 80-100 días de finalización en corral la diferencia de las medias para la distribución de la grasa en la canal de machos y hembras es más marcada (1.78 en hembras y 1.52 en machos, $P < 0.05$); sin embargo, no existen diferencias entre las medias para todos los periodos, manteniéndose en rangos de distribución de grasa casi uniforme ($P > 0.05$).

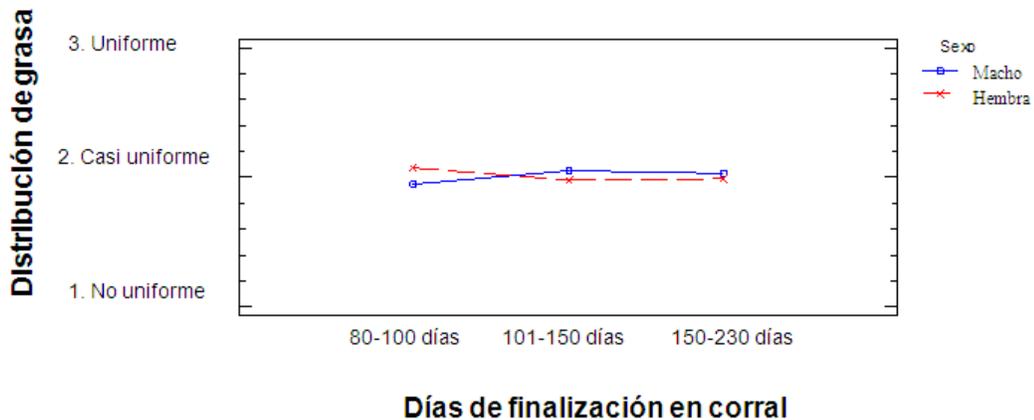


Gráfico 11. Interacción de los efectos de los días de finalización en corral y sexo de los animales sobre la distribución de la grasa de la canal

La grasa tiende a acrecentarse con la edad, una vez completadas las principales etapas de crecimiento del músculo (Owens y Gardner, 1999; Harper y Pethick, 2004). May *et al.* (1992) y Riley *et al.* (1983) mencionan que la grasa subcutánea favorece la suavidad sensorial de la carne ya que actúa como barrera durante la refrigeración y disminuye la aparición del fenómeno de acortamiento por el frío.

6.2.3.1.2.2 Conformación

El efecto de la interacción de los días de finalización en corral y el sexo de los animales sobre la conformación de la canal se observa en el Gráfico 12.

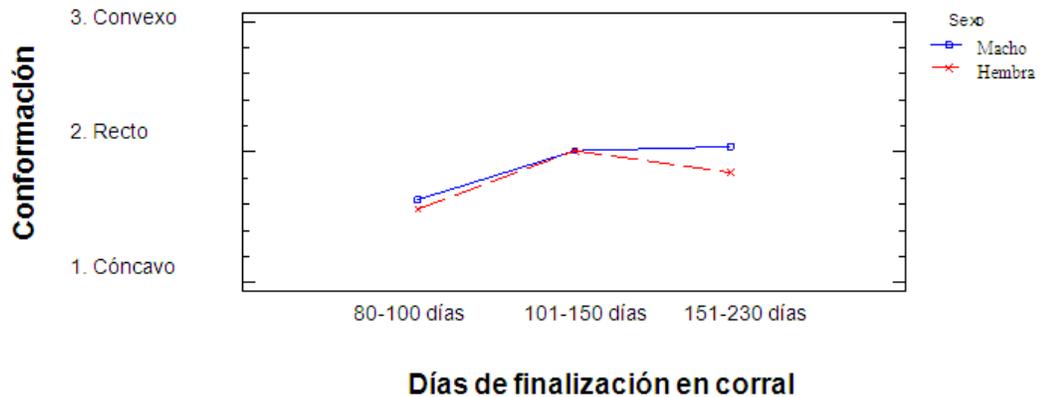


Gráfico 12. Interacción de los efectos de los días de finalización en corral y sexo de los animales sobre la conformación de la canal

No existió diferencia entre las medias de conformación de machos y hembras para los periodos menores a 150 días de engorda ($P>0.05$) sin embargo, en el periodo de 151-230 días la conformación en los machos fue mejor que la de las hembras ($P<0.05$) observándose que para los machos el perfil convexo de la pierna se ve mejorado al incrementar los días de engorda (1.63 a <100 días de engorda y 2.04 con >150 días de engorda, $P<0.05$). Es sabido que los machos enteros producen mayor masa muscular que los machos castrados con las mismas condiciones alimenticias (Pegolo *et al.*, 2011; Crouse *et al.*, 1985). Sami *et al.* (2004) reportaron diferencias en la conformación de canales de animales machos Simmental en periodos de engorda de 100 y 138 días respectivamente, encontrando la variación de conformación de “buena” a “muy buena” en la escala europea (valor 4) al incrementar los días de finalización en corral. Tanto para hembras como para machos la conformación observada en el periodo menor de engorda (80-100 días) muestra que dicho periodo no es suficiente para obtener canales con conformación que sea al menos recta.

6.2.3.1.2.3 Grosor de grasa

El efecto de la interacción de los días de finalización en corral y el sexo de los animales sobre el grosor de la grasa de la canal se observa en el Gráfico 13.

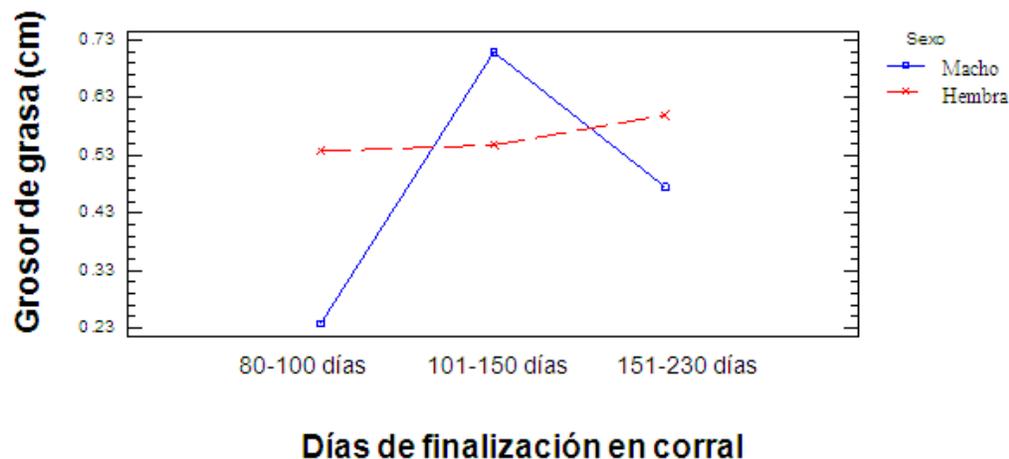


Gráfico 13. Interacción de los efectos de los días de finalización en corral y sexo de los animales sobre el grosor de la grasa de la canal

En general, el grosor de la grasa de las hembras fue mayor que el de los machos a excepción del periodo de 101 a 150 días de engorda (0.70 cm en machos y 0.54 cm en hembras, $P < 0.05$). Se puede observar que para las hembras, al incrementar los días de finalización en corral el grosor de la grasa de la canal tiende a aumentar, al respecto, May *et al.* (1992) observó incrementos lineales de la grasa subcutánea con respecto al incremento de los días de engorda del ganado, además las hembras tienen una mayor velocidad de crecimiento, en comparación con los machos, alcanzando el estado de madurez y deposición grasa en periodos de tiempo más cortos (Bavera *et al.*, 2005, Renecker *et al.*, 2005). Para el periodo de 80-100 días de engorda los valores de grosor de grasa de la canal fueron menores tanto para hembras como para machos.

6.2.3.1.2.4 Área de chuleta

Para el área de chuleta (Gráfico 14) se manifiesta que los mayores valores de esta medida se observan durante el periodo de engorda de entre 101-150 días ($P < 0.05$) tanto para machos como para hembras (83.77 cm² para hembras y 80.11 cm² para los machos) registrándose valores más altos en hembras que en machos a excepción de periodos mayores a 150 días de finalización en corral, donde se muestra que la media de área de chuleta es mayor en los machos (75.01 cm² machos y 72.74 cm² en hembras) pero no es estadísticamente diferente.

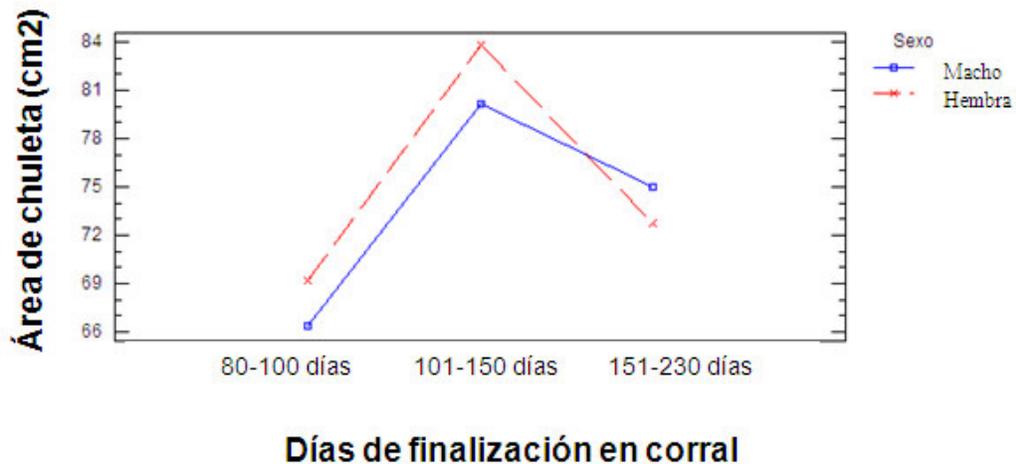


Gráfico 14. Interacción de los efectos de los días de finalización en corral y sexo de los animales sobre el área de la chuleta

Existen diversos autores (Harte, 1969; Seideman *et al.*, 1982; Steen, 1995) que reportan mayor grado de crecimiento, eficiencia alimenticia y proporción muscular de la canal de machos comparados con hembras. Méndez *et al.* (2009) indicaron valores más bajos de área de chuleta en hembras en comparación con los machos, contrastando con lo registrado en el presente estudio. Los menores valores de área de ojo de chuleta se observaron a periodos de engorda menores a 100 días ($P < 0.05$) para ambos sexos (66.42 cm^2 en machos y 69.17 cm^2 en hembras).

6.2.4 Efecto del sexo sobre las variables de calidad y rendimiento de la canal y la carne bovina

Los efectos del sexo de los animales sobre las variables medidas en la canal y la carne se muestran en el Cuadro 11.

El color de la carne es más oscuro en machos mientras que las hembras favorecen el tono rojo cereza brillante de la carne ($P < 0.05$); en tanto, el color de la grasa no tiene diferencia significativa entre machos y hembras, coincidiendo con Méndez *et al.* (2009). Crouse *et al.* (1985) señalaron resultados en el color de la carne similares a los registrados en este trabajo, en donde concluyen que la carne de animales machos enteros es más oscura que la de machos castrados, esto debido a que los machos enteros tienen mayor proporción de hemoglobina y glóbulos rojos en sangre, comparados con las hembras (Bavera *et al.*, 2005, Mielnik *et al.*, 2011). La

firmeza de la carne es más suave y la textura más tosca en machos ($P<0.05$) esto concuerda con lo encontrado por Crouse *et al.* (1985).

Cuadro 11. Efecto del sexo sobre las variables de calidad y rendimiento de la canal y la carne

Variables	Sexo	
	Hembra	Macho
	$\bar{x}\pm E.E.$ n= 608	$\bar{x}\pm E.E.$ n= 589
Calidad		
Color carne	2.02±0.01 ^a	1.78±0.01 ^b
Color grasa	1.99±0.00 ^a	2.00±0.00 ^a
Firmeza	3.58±0.03 ^b	3.82±0.03 ^a
Textura	4.04±0.03 ^a	3.97±0.03 ^a
Marmoleo	1.70±0.03 ^a	1.41±0.03 ^b
pH	5.74±0.01 ^a	5.62±0.01 ^a
Fuerza de corte (kg/cm ²)	6.59±0.25	6.49±0.13
Rendimiento		
Distribución de la grasa	2.05±0.02 ^a	1.97±0.02 ^b
Conformación	1.84±0.02 ^b	1.92±0.02 ^a
Grosor de grasa (cm)	0.57±0.01 ^a	0.52±0.01 ^b
Área de chuleta (cm ²)	85.29±0.58 ^a	81.35±0.32 ^b

Literales diferentes en la misma fila reflejan medias significativamente diferentes ($P<0.05$). Color de carne= 1:rojo oscuro / 3:rojo pálido; Color de la grasa= 1:blanca / 3:amarilla; Firmeza= 1:firme(+) / 6:suave(+); Textura= 1:tosca(+) / 6:fina(+); Marmoleo 0:magra / 6:ligeramente abundante; Distribución de la grasa= 1:no uniforme / 3:uniforme; Conformación = 1:cóncavo / 3:convexo. x: media; E.E. Error estándar

Los valores de marmoleo son ligeramente mayores en hembras (Trazas al 70%) que en machos (Trazas al 40%), esto concuerda con los resultados de Méndez *et al.* (2009); aunado a esto, tanto la distribución de la grasa en la canal y el grosor de grasa son mayores en las hembras ($P<0.05$) y concuerdan con los estudios de Méndez *et al.* (2009) y Zea *et al.* (2007). Estos resultados se explican en las diferencias de velocidad de crecimiento entre los machos y las hembras; al nacimiento

el macho tiene un 4 a 5% de su peso adulto, mientras que la hembra de un 7 a 10%, es decir, las hembras cesan su periodo de crecimiento más rápidamente que los machos, continuando con la etapa de maduración y deposición grasa a etapas más tempranas que los machos; además el efecto androgénico en los machos estimula la síntesis de proteína muscular disminuyendo las proporciones de deposición grasa (Bavera *et al.*, 2005, Renecker *et al.*, 2005).

Las hembras tuvieron mayores áreas del ojo de chuleta, que los machos ($P < 0.05$). Al respecto Méndez *et al.* (2009) reportan valores más bajos de área de chuleta en hembras, contrastando con los resultados del presente estudio. No obstante, los machos de este estudio presentaron mejor conformación del perfil de la pierna ($P < 0.05$). Existen diversos autores (Harte, 1969; Seideman *et al.*, 1982; Steen, 1995) que reportan mayor grado de crecimiento, eficiencia alimenticia y proporción muscular de la canal de machos comparados con hembras. Du *et al.* (2010) demostraron que machos enteros poseen una longitud de fibra muscular mayor que la de las hembras o machos castrados, esto es debido a los altos niveles de testosterona en los machos que mejora la síntesis y degradación de proteínas, especialmente del tipo muscular.

Para el pH 24 hrs *post-mortem* y la fuerza de corte, no existieron diferencias significativas entre los grupos. Así mismo, Keane y Allen (1998) no encontraron diferencias de pH entre machos y hembras.

7. CONCLUSIONES

Los diferentes factores analizados (tipo racial, días de finalización en corral, edad y sexo), así como la interacción entre ellos, mostraron efectos importantes sobre las variables de calidad y rendimiento evaluadas en la canal y la carne, de forma tal, que con estos resultados, podemos ofrecer un abanico de opciones de producción a los ganaderos, que permita mejorar la característica deseada en la canal y la carne, y de una manera más ambiciosa, mejorar la calidad de la carne mexicana.

El sexo juega un papel importante en los efectos que tienen el tipo racial y los días de finalización en corral sobre las variables de calidad de la carne y de rendimiento de la canal; sin embargo, para el tipo racial de $\frac{1}{2}$ *Bos indicus* éste no influye en la mayoría de las variables de calidad, a excepción de la fuerza de corte, la cual fue mayor en las hembras. Es importante mencionar que las hembras presentaron en general mejores valores de calidad que los machos.

Como un hallazgo, el área de giba puede proporcionar una herramienta para identificar el porcentaje de inclusión de *Bos indicus* en las cruzas, permitiendo ser una medida importante para estudios posteriores en México, concluyendo que cuando el valor de área supera los 424 cm² la genética del animal corresponde a 100% *Bos indicus* y cuando esta medida se encuentra por debajo de los 250 cm² hablamos de un animal 75-100% *Bos taurus*.

La importancia del conocimiento del tipo racial, influye directamente en variables importantes como el color de la carne, que tiende a ser más oscuro a medida que el porcentaje de inclusión *Bos indicus* incrementa en las cruzas, así como en la fuerza de corte, ya que el incremento del tipo racial *Bos indicus* en las cruzas produce un aumento en los valores de FC, siendo las diferencias más marcadas en los machos.

En cuanto a los días de finalización en corral, los resultados muestran que a periodos mayores de 100 días de engorda, las canales, tanto de hembras como de machos, tienen mayor marmoleo y la distribución de la grasa es más uniforme; el área de chuleta incrementa y además, la carne de animales machos es más tierna.

8. LITERATURA CITADA

1. Aberle, E.D., E.S. Reeves, M.D. Judges, R.E. Hunsley y T.W. Perry. 1981. Palatability and muscle characteristic of cattle with controlled weight gain: Time on a high energy diet. *J. Anim. Sci.*, 52: 757-63.
2. Albertí P., C. Sañudo, P. Santolaria, F. Lahoz, J. Jaime y R. Tena. 1993. Calidad de la canal y de la carne de terneros cebados con dieta de paja tratada. *ITEA*. 12: 640-642.
3. AMSA. 1995. Research guidelines for cookery, sensory evaluation and instrumental tenderness measurements of fresh meat. American Meat Science Association and National Livestock and Meat Board. Chicago, USA.
4. Bailey AJ. 1985. The role of collagen in the development of muscle and its relationship to eating quality. *J. Anim. Sci.*, 60: 1580-1587.
5. Barton-Gade, P.A., H.R. Cross, J.M. Jones y R.J. Winger. 1988. Factors affecting sensory properties of meat. *Meat Sci., Milk Sci. and Technology*, 5:165.
6. Barendse W.J., B.E. Harrison, R.J. Bunch y M.B. Thomas. 2008. Variation at the calpain 3 gene is associated with meat tenderness in zebu and composite breeds of cattle. *BMC Genet*, 9(41): 1-8.
7. Bass A., E. Gutmann y V. Hanzlikova. 1971. Sexual differentiation of enzyme pattern and its conversion by testosterone in the temporal muscle of the guinea-pig. *Physiol Bohemoslov*, 20(5): 423-31.
8. Bavera G., O. Bocco, H. Beguet y A. Petryna. 2005. Crecimiento, Desarrollo y Precocidad. *Cursos de Producción Bovina de Carne*. FAV UNRC.
9. Bejerholm C., P. Barton-Gade. 1986. Effect of intramuscular fat level on eating quality of pig meat. *Proceedings of the 32nd European Meeting of Meat Research Workers*. Ghent, Belgium. Volume II, 8(5): 389-391.
10. Bernués A., A. Oiaizola y K. Corcoran. 2003. Labelling information demanded by European consumers and relationships with purchasing motives, quality and safety on meat. *Meat Sci.*, 65(3): 1095-1106.

11. Berry B.W., G.C. Smith y Z.L. Carpenter. 1974. Beef carcass maturity indicators and palatability attributes. *J. Anim. Sci.*, 38: 507-514.
12. Bertelli S.P. y P.E. Felicio. 2011. Moisture and fat content, marbling level and color of boneless rib cut from Nelore steers varying in maturity and fatness. *Meat Sci.*, 87: 7-11.
13. Bidner T.D., W.E. Wyatt, P.E. Humes, D.E. Franke y D.C. Blouin. 2002. Influence of Brahman - derivate breeds and Angus on carcass traits, physical composition, carcass pH and temperatures and palatability. *J. Anim. Sci.*, 80: 997-1004.
14. Bocard R.L., R.T. Naudé, D.E. Cronje, M.C. Smit, H.J. Venter y E.J. Rossouw. 1978. The influence of age, sex and breed of cattle on their muscle characteristics. *Meat Sci.*, 3(4): 261-280.
15. Boleman S.L., S.J. Boleman, W.W. Morgan, D.S. Hale, D.B. Griffin, J.W. Savell, R.P. Ames, M.T. Smith, J.D. Tatum, T.G. Field, G.C. Smith, B.A. Gardner, J.B. Morgan, S.L. Northcutt, H.G. Dolezal, D.R. Gill y F.K. Ray. 1998. National Beef Quality Audit-1995: survey of producer-related defects and carcass quality and quantity attributes. *J. Anim. Sci.*, 76: 96-103.
16. Boles, J. y R. Pegg. 2010. *Meat Color*. Montana State University and Saskatchewan Food Product Innovation Program. University of Saskatchewan, USA.
17. Bonagurio S., E. Ramos, E.D. Francisquine, D.P. Silva y G. Teixeira. 2009. Influence of feeding regime and finishing system on lamb muscle fiber and meat quality. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 38(11): 2204-2210.
18. Breidenstein B.B., C.C. Coper, R.G. Cassens, G. Evans y R.W. Bray. 1968. Influence of marbling and maturity on the palatability of beef muscle. *J. Anim. Sci.*, 27:1532-1541.
19. Brewer M.S., L.G. Zhu y F.K. McKeith. 2001. Marbling effects on quality characteristics of lion pork chops: consumer purchase intent, visual and sensory characteristics. *Meat Sci.*, 59: 153-163.

20. Bindon B.M. 2004. A review of genetic and non-genetic opportunities for manipulation of marbling. *Austral. J. Exp. Agric.*, 44: 687-696.
21. Brito L., A.E. Silva, M.M. Unanian, M.A. Dode, R.T. Barbosa y J.P. Kastelic. 2004. Sexual development in early- and late-maturing *Bos indicus* and *Bos indicus* - *Bos taurus* crossbred bulls in Brazil. *Theriogenology*, 62: 1198-1217.
22. Bruns K.W., R.H. Pritchard y D.L. Boggs. 2004. The relationships among body weight, body composition, and intramuscular fat content in steers. *J. Anim. Sci.*, 82: 1315-1322.
23. Camfiel P.K., A.H. Brown Jr., P.K. Lewis, L.Y. Rakes y Z.B. Johnson. 1997. Effects of frame size and time on fed on carcass characteristics, sensory attributes and fatty acids profiles of steers. *J. Anim. Sci.*, 75: 1837-1844.
24. Canada Beef. 2012. Disponible en URL: <http://www.canadabeef.ca/us/es/quality/default.aspx>
25. Café L.M., B.L. McIntyre, D.L. Robinson, G.H. Geesink, W. Barendse y P.L. Greenwood. 2010. Production and processing studies on calpain system gene markers for tenderness in Brahman cattle: 1. Growth, efficiency, temperament and carcass characteristics. *J. Anim. Sci.*, 88: 3047-3058.
26. Carpenter Z.L., A.Z. Palmer, W.G. Kirk, F.M. Peacock y M. Koger. 1961. Slaughter and carcass characteristics of Brahman and Brahman-Shorthorn crossbred steers. *J. Anim. Sci.*, 20: 336-340.
27. Carpenter Z.L. 1974. Beef quality grade standards-need for modifications? *Proceedings of the Reciprocal Meat Conference*, 27:122.
28. Casas E., S.N. White, D.G. Riley, T.P.L. Smith, R.A. Brenenneman, T.A. Olson, D.D. Jhonson, S.W. Coleman, G.L. Benett y C.C. Chase. 2005. Assessment of single nucleotide polymorphisms in genes residing on chromosomes 14 and 29 for association with carcass composition traits in *Bos indicus* cattle. *J. Anim. Sci.*, 83: 13-19.
29. Cassens R.G. 1994. Meat preservation. Preventing losses and assuring safety. Food and Nutrition Press. USA 11-31 pp.

30. Chambaz A., M.R.L. Scheeder, M. Kreuzer y P.A. Dufey. 2003. Meat quality of Angus, Simmental, Charolais and Limousin steers compared at the same intramuscular fat content. *Meat Sci.*, 63: 491-500.
31. Choi Y.M. y B.C. Kim. 2009. Muscle fiber characteristics, myofibrillar protein isoforms, and meat quality. *Livestock Sci.*, 122: 105-118.
32. Claus H.L., M.E. Dickeman, L. Murray, L. Brooks, J.C. Shook, J. Hilton, G.G. Lawrence, T.E. Mehaffey, J.M. Johnson, B.J. Allen, D.M. Streeter, M.N. Nichols, W.T. Hutcheson y J.P. Yates. 2010. Effects of supplementing feedlot steers and heifers with zilpaterol hydrochloride on Warner-Bratzler shear force interrelationships on steer and heifer *Longissimus lumborum* and heifer *triceps brachii* and *gluteus medius* muscle aged for 7, 14 and 21 days. *Meat Sci.*, 85: 347-355.
33. Croall D.E. y G.N. DeMartino. 1991. Calcium-activated neutral protease (Calpain) system, structure, function and regulation. *Physiol. Rev.*, 71: 813-841.
34. Cross H.R., Z.L. Carpenter y G.C. Smith. 1973. Effects of intramuscular collagen and elastin on bovine muscle tenderness. *J. of Food Sci.*, 38(6): 998-1003.
35. Cross H.R., B.D. Schanbacher y J.D. Crouse. 1983. Sex, age and breed related changes in bovine testosterone and intramuscular collagen. *Meat Sci.*, 10: 187-195.
36. Crouse J.D., C.L. Ferrell y L.V. Cundiff. 1985. Effect of Sex condition, genotype and diet on bovine growth and carcass characteristics. *J. Anim. Sci.*, 60: 1219-1227.
37. Crouse, J.D., L.V. Cundiff, R.M. Koch, M. Koohmaraie y S.C. Seideman. 1989. Comparisons of *Bos indicus* and *Bos taurus* inheritance for carcass beef characteristics and meat palatability. *J. Anim. Sci.*, 67: 2661.
38. Curi R.A., L.A. Chardulo, M.C. Mason, M.D. Arrigoni, A.C. Silveira y H.N. De Oliveira. 2009. Effect of single nucleotide polymorphisms of CAPN1 and CAST genes on meat traits in Nellore beef cattle (*Bos indicus*) and in their crosses with *Bos taurus*. *Animal Genetics*, 40: 456-462.

39. Delgado E.J., M.S. Rubio, F.A. Iturbe, R.D. Méndez, L.Cassís y R. Rosiles. 2005. Composition and quality of Mexican and Imported retail beef in México. *Meat Sci.*, 69: 465-471.
40. DeVol D.L., F.K. McKeith, P.J. Bechtel, J. Novakofski, R.D. Shanks y T.R. Carr. 1988. Variation in composition and palatability traits and relationships between muscle characteristics and palatability in a random sample of pork carcasses. *J. of Anim. Sci.*, 66: 385-395.
41. Du M., J. Tong, J. Zhao, K.R. Underwood, M. Zhu, S.P. Ford y P.W. Nathanielsz. 2010. Fetal programming of skeletal muscle development in ruminant animals. *J. of Anim. Sci.*, 88: 51-60.
42. Dunshea F.R., D.N. D'Souza, D.W. Pethic, G.S. Harper y R.D. Warner. 2005. Effects of dietary factors and other metabolic modifiers on quality and nutritional value of meat. *Meat Sci.*, 71: 8-38.
43. Elzo M.A., D.G. Riley, G.R. Hansen, D.D. Johnson, R.O. Myer, S.W. Coleman, C.C. Chase, J.G. Wasdin y J.D. Driver. 2009. Effect of breed composition on phenotypic residual feed intake and growth in Angus, Brahman and Angus x Brahman crossbred cattle. *J. Anim. Sci.*, 87: 3877-3886.
44. Ensminger M.E. y R.C. Perry. 1997. Beef cattle science Animal Agriculture series. Seventh Edition. Interstate Publishers Inc. Danville, 1104 pp.
45. FAO. 2003. Food and Agricultural Organization of the United Nations (<http://www.fao.org>).
46. Faustman C. y R.G. Cassens. 1990. The biochemical basis for discoloration in fresh meat: a review. *J. Muscle Foods*, 1: 217-243.
47. Ferguson D.M., H.L. Bruce, J.M. Thompson, A.F. Egan, D. Perry y W.R. Shorthose. 2001. Factors affecting beef palatability-farm gate to chilled carcass. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 41: 879-891.
48. Fiems L.O., J. Vanhoof, L. Uytterhaegen, C.V. Boucquie y D.I. Demeyer. 1995. Comparative quality of meta from doublé musclé and normal beef cattle. In A. Ouali D.I. Demeyer, F.J.M. Smulders (Eds.) *Expression of*

proteinasas and regulation of protein degradation as related to meat quality, *Ecceamst* (381-391).

49. Fiems L.O., De Campeneere S, De Smet S., Van de Voorde G., Vanacker J.M. Boucque Ch. V. 2000. Relationship between fat depots in carcasses of beef bulls and effect on meat colour and tenderness. *Meat Sci.*, 56: 41-47.
50. Fisher A. 2007. Beef carcass classification in the EU: an historical perspective. *Evaluation of carcass meat quality in cattle and sheep*, 123: 19-30.
51. Forrest J.C., H.D. Aberle, M.D. Hedrich, Judge y R.A. Merkel. 1979. *Fundamentos de ciencia de la carne*. Acribia. España. 365 pp.
52. Forrest, R.J. 1981. Effect of high concentrate feeding on the carcass quality and fat coloration of grass-reared steers. *Can J. Anim. Sci.*, 61: 575-580.
53. Gallardo, N.J.L., B.C. García, D.M. Albarran, M.A. Leiner, B.R. Ochoa y R.C. Ortega. 2002. Situación actual de la carne de bovino en México. *Claridades Agropecuarias* 109: 3-32.
54. García Y.K. 2011. Experiencias de Producción de carne en el Trópico Húmedo. 1er Congreso Ganadero Virbac Bovinos carne. Guadalajara, Jalisco. México.
55. Gardner J.F., B.L. McIntyre, G.D. Tufor y D.W. Pethick. 2001. The impact of nutrition on bovine muscle glycogen metabolism following exercise. *Aust. J. Agric. Res.*, 52: 461-470.
56. Gazzola, C., M. R. Jeffery, D. H. White, R. A. Hill y D. J. Reid. 2001. Effect of age of castration, estradiol treatment and genotype on the fat colour of beef cattle raised at pasture. *J. Anim. Sci.*, 73: 261-266.
57. González R.H., P.A. Ramos, M. Valenzuela, G.L. Zamorano, B.G. Cumplido, M.N. González y L. Huerta-Leidenz. 2010. Comparison of physical, chemical and sensorial characteristics between U.S. Imported and Northwestern México Retail. *J. of Food Sci.*, 9: 747-752.

58. Grosz M.D. y M.D. MacNeil. 2001. Putative quantitative trait locus affecting birth weight on bovine chromosome 2. *J. Anim. Sci.*, 79: 68–72.
59. Grunert K.G., L. Bredahl y K. Brunso. 2004 Consumer perception of meat quality and implications for product development in the meat sector-a review. *Meat Sci.*, 66: 259-272.
60. Grunert K.G., K. Brunso, L. Bredahl y A.C. Bech. 2001. Food-related lifestyle: A segmentation approach to European food consumers. *Food choice in Europe*. 211-230.
61. Hale D., K. Goodson y W.J. Savell. 2010. Beef Quality and Yield Grades. Department of Animal Science Texas AgriLife Extension Service College Station. Disponible en URL: <http://meat.tamu.edu/beefgrading.html>
62. Harper G.S. y D.W. Pethick. 2004. How might marbling begin? *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 44: 653-662.
63. Harte F.J. 1969. Six years of bull beef production research in Ireland. In: Rhodes. D.H. (Editor). *Meat production from entire male animals*. J. and A. Churchill, London. 153-172.
64. Hedrick, H.B., G.B. Thompson y G.F. Krause. 1969. Comparison of feedlot performance and carcass characteristics of half-sib bulls, steers and heifers. *J. of Anim. Sci.*, 29: 687-694.
65. Hernández B.J. y R.F.G. Ríos. 2009. Efecto de los grupos raciales bovinos en las características de calidad de la carne. *Revista NACAMEH* 3(1): 1-20.
66. Hill F. 1966. The solubility of intramuscular collagen in meat animals of various ages. *J. of Food Sci.*, 31: 161-166.
67. Hocquette J.F. y S. Gigli. 2005. Indicators of milk and beef quality. In: *European Association for Animal Production (EAAP)* 112: 457.
68. Hodgson R.R., E. Belk, J. W. Savell, H. Cross y Williams. 1992. Development of a quantitative quality grading system for mature cow carcass. *J. Anim. Sci.*, 70: 1840-1847.

69. Hope-Jones, M. Strydom, P.E. Frylinck y Webb. 2010. The efficiency of electrical stimulation to counteract the negative effects of β -agonistics on meat tenderness of feedlot cattle. *Meat Sci.*, 86: 699-705.
70. Huerta-Leidenz, N., O. Atencio-Valladares, A. Rodas-Gonzalez, N. Jerez Timaure y B. Bracho. 1997. Características de canales de novillos y novillonas acebuados producidos a pastoreo y su relación con atributos de la calidad comestible de la carne. *Arch. Lat. Prod. Anim.* 5(Supl.1): 565-567.
71. Huff E.J. y F.C. Parrish Jr. 1993. Bovine *Longissimus* muscle tenderness as affected by *post mortem* aging time, animal age and sex. *J. of Food Sci.*, 58(4): 713–716.
72. Huffman R.D., S.E. Williams, D.D. Hargrove, D.D. Johnson y T.T. Marshall. 1990. Effects of percentage Brahman and Angus breeding, age-season of feeding and slaughter endpoint on feedlot performance and carcass characteristics. *J. Anim. Sci.*, 68: 2243-2252.
73. Hulot F.J. y J. Ouhayoun. 1999. Muscular pH and related traits in rabbits: A review. *World Rabbit Sci.*, 68: 2243-2252.
74. Jackman P., D.W. Sun y P. Allen. 2010. Prediction of beef palatability from colour, marbling and surface texture features of *Longissimus dorsi*. *J. of Food Engineering*, 96: 151–165.
75. Jeremiah L.E. 1978. A review of factors affecting meat quality. Tech. bull 1. Research station, Lacombe, Alberta, Canada.
76. Johnson D.D., R.D. Huffman, S.E. Williams y D.D. Hargrove. 1990. Effects of percentage Brahman and Angus breeding, age season of feeding and slaughter end point on meat palatability and muscle characteristics. *J. Anim. Sci.*, 68: 1980-1986.
77. Johnston D.J., A. Reverter, D.M. Ferguson, J.M. Thompson y H.M. Burrow. 2003. Genetic and phenotypic characterization of animal, carcass, and meat quality traits from temperate and tropically adapted beef breeds. Meat quality traits. *Australian Journal of Agricultural Research*, 54: 135-147.

78. Jones B.K. y J.D. Tatum. 1994. Predictors of beef tenderness among carcasses produced under commercial conditions. *J. Anim. Sci.*, 72: 1492-1501.
79. Kandeepan G., A.S. Anjaneyulu, N. Kondaiah, S.K. Mendiratta y V. Lakshmanan. 2009. Effect of age and gender on the processing characteristics of buffalo meat. *Meat Sci.*, 83: 10-14.
80. Keane M.G. y P. Allen. 1998. Effects of production system intensity on performance, carcass composition and meat quality of beef cattle. *Livestock Production Sci.*, 56: 203-214.
81. Kempster A.J., J.D. Wood y A.V. Fisher. 1990. Marketing procedures to change carcass composition. Reducing fat in meat animals, 437-458.
82. Kim, J.J. y J.F. Taylor. 2001. Evaluation of beef carcass and palatability traits and prediction of tenderness in a cross of *Bos indicus* × *Bos taurus* cattle. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 14: 1621–1627.
83. Kim J.J., F. Farnir, J. Savell y J.F. Taylor. 2003. Detection of quantitative trait loci for growth and beef carcass fatness traits in a cross between *Bos taurus* (Angus) and *Bos indicus* (Brahman) cattle. *J. Anim. Sci.*, 81: 1933–1942.
84. Kolczak T., E. Pospiech, K. Palka y L. Lacki. 2002. Changes in structure of *psoas major* and *minor* and *semitendinosus* muscles of calves, heifers and cows during post-mortem ageing. *Meat Sci.*, 64:77-83.
85. Koochmaraie M. y D.H. Kretchmar. 1990. Comparisons of four methods for quantification of lysosomal cysteine proteinase activities. *J. Anim. Sci.*, 68: 2362-2370.
86. Koochmaraie M., J. Killefer, M.D. Bishop, S.D. Shackelford, T.L. Wheeler y J.R. Arbona. 1995. Calpastatine – based methods for predicting meat tenderness. In: A. Ouali, D. Demeyer, and F. Smulders (Ed). *Expression of Muscle Proteinases and regulation of protein degradation as related to meat quality.* 395-412.

87. Koochmarai M. y G. Geesink. 2006. Contribution of *post mortem* muscle biochemistry to the delivery of consistent meat quality with particular focus on the calpain system. *Meat Sci.*, 74: 34-43.
88. Liu Y., Y. Chen y Y. Ozaki. 2000. Characterization of Visible Spectral Intensity Variations of Wholesome and Unwholesome Chicken Meats with Two-Dimensional Correlation Spectroscopy. *Society for Applied Spectroscopy*. 54(4): 587-594.
89. Mancini R.A. y M.C. Hunt. 2005. Current research in meat color. *Meat Sci.*, 71: 100-121.
90. Mandell I. B., J. G. Buchanan-Smith y C.P. Campbell. 1998. Effects of forage vs grain feeding on carcass characteristic, fatty acid composition, and beef quality in limousin-cross steers when time on feed is controlled. *J. Anim. Sci.*, 76: 2619-2630.
91. Mänttari S., E. Katja Anttila y E.M. Järvilehto. 2008. Testosterone stimulates myoglobin expression in different muscles of the mouse. *J Comp Physiol B.*, 178: 899–907.
92. Maltin C.A., K.D. Sinclair, P.D. Warris, C.M. Grant, A.D. Porter y M.I. Delday. 1998. The effects of age at slaughter, genotype and finishing system on the biochemical properties, muscle fibre type characteristics and eating quality of bull beef from suckled calves. *J. Anim. Sci.*, 66: 341-348.
93. May S.G., H.G. Dolezal, D.R. Gill, F.K. Ray y D.G. Buchanan. 1992. Effects of days fed, carcass grade traits and subcutaneous fat removal and post mortem muscle characteristics and beef palatability. *J. Anim. Sci.*, 70: 444-453.
94. McCormick R.L. 1994. The flexibility of the collagen compartment of muscle. *Meat Sci.*, 30: 79-91.
95. Méndez R.D., C.O. Meza, J.M. Berruecos, P. García, E.J. Delgado y M.S. Rubio. 2009. A survey of beef quality and quantity attributes in México. *J. Anim. Sci.*, 87: 3782-3790.

96. Mielnik M.B., A. Rzeszutek, E.C. Triumpf y B. Egelanddal. 2011. Antioxidant and other quality properties of reindeer muscle from two different Norwegian regions. *Meat Sci.*, 89: 526–532.
97. Miller, M.F., M.F. Carr, C.B. Ramsey, K.L. Crockett, y L.C. Hoover. 2001. Consumer thresholds for establishing the value of beef tenderness. *J. Anim. Sci.*, 79: 3062-3068.
98. Monsón F., C. Sañudo e I. Sierra. 2004. Influence of cattle breed and ageing time on textural meat quality. *Meat Sci.*, 68(4): 595- 602.
99. Mojto J., K. Zaujec y M. Gondeková. 2009. Effect of age at slaughter on quality on carcass and meat in cows. *Meat Sci.*, 42: 34-37.
100. Montgomery T. H., P. F. Dew y T. D. Keller. 2000. Comparación de sistemas de clasificación y gratificación de bovinos usados para algunas naciones seleccionadas productoras y consumidoras de carne de res. VIII Congreso Internacional de Nutrición Animal. Chihuahua, Chih. México, 38.
101. NMX-FF-078-SCFI-2002. Productos Pecuarios- Carne de Bovino en Canal-Clasificación. Secretaría de Economía.
102. NOM-008-ZOO-1994, Especificaciones zoonitarias para la construcción y equipamiento de establecimientos para el sacrificio de animales y los dedicados a la industrialización de productos cárnicos. SAGARPA.
103. NOM-009-ZOO-1994, Proceso sanitario de la carne. SAGARPA.
104. NOM-033-ZOO-1995, Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres. SAGARPA.
105. Norman G.A. 1982. Effect of breed and nutrition in the productive traits of beef cattle in south-east Brazil: part 3-Meat Quality. *Meat Sci.*, 6: 79-96.
106. Núñez G.F.A., M.J.A. García, B.J. Hernández y C.J.A. Jiménez. 2005. Caracterización de canales de ganado bovino en los valles centrales de Oaxaca. *Técnica Pecuaria México* 43: 219-228.

107. O'Connor S.F., J.D. Tatum, D.M. Wulf, R.D. Green y G.C. Smith. 1997. Genetic effects of beef tenderness in *Bos indicus* composite and *Bos taurus* cattle. *Meat Sci.*, 75: 1822-1830.
108. Owens F.N. y B.A. Gardner. 1999. Ruminant nutrition and meat quality. *Proceedings of the Annual Reciprocal Meat Conference*, 52: 25-36.
109. Peacock F.M., A.Z. Palmer, W.J. Carpenter y M. Koger. 1979. Breed and heterosis effects of carcass characteristics of Angus, Brahman, Charolais and crossbred steers. *J. Anim. Sci.*, 49: 391-395.
110. Pearson A.M. y T.R. Dutson. 1994. Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products, 1st Edition. Blackie Academic and Professional. UK. 550 pp.
111. Peel D., R.J. Johnson y K.H. Mathews. 2010. Cow-calf beef production in Mexico. A report from the Economic Research Service, USDA.
112. Pegolo N.T., L.G. Albuquerque, R.B. Lôbo y H.N. De Oliveira. 2011. Effects of sex and age on genotype \times environment interaction for beef cattle body weight studied using reaction norm models. *J. Anim. Sci.*, 89: 3410-3425.
113. Plessis I. y L.C. Hoffman. 2007. Effect of slaughter age and breed on the carcass traits and meat quality of beef steers finished on natural pastures in the arid subtropics of South Africa. *J. Anim. Sci.*, 37 (3): 143-153.
114. Prado J.M., I.N. Prado, J.V. Visentainer, P.P. Rotta, D. Perotto, J.M. Moletta, I.M. Prado y Ducatti. The effect of breed on the chemical composition and fatty acid profile of the *Longissimus dorsi* muscle of Brazilian beef cattle. *J. Anim. and Feed Sci.*, 18: 231-240.
115. Price J.F. y B.S. Schwegert. 1994. *Ciencia de la carne y de los productos cárnicos*. 2da ed. Acribia, España. 581 pp.
116. Pringle T.D., S.E. Williams, B.S. Lamb, D.D. Johnson y R.L. West. 1997. Carcass characteristics, the calpain proteinase system, and aged tenderness of Angus and Brahman crossbred steers. *J. Anim. Sci.*, 75: 2955-2961.
117. Priolo A., D. Micol y J. Agabriel. 2001. Effects of grass feeding systems on ruminant meat color and flavor. A review. *Anim. Res. France*, 50: 185-200.

118. Purchas R.W., D.L. Burham y S.T. Morris. 2002. Effect of growth potential and growth path on tenderness of beef *Longissimus* muscle from bulls and steers. J. Anim. Sci., 80: 3211-3221.
119. Realini C.E., S.K. Duckett, G.W. Brito, M. Dalla y D. De Mattos. 2004. Effect of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguyan beef. Meat Sci., 66: 567-577.
120. Renecker T.A., L.A. Renecker y F.F. Mallory. 2005. Relationships between carcass characteristics, meat quality, age and sex of free-ranging Alaskan reindeer: a pilot study. Rangifer (University of Tromso), 25(2): 107-121.
121. Resurrección A.V.A. 2003. Sensory aspects of consumer choice for meat and meat products. Meat Sci., 66: 11-20.
122. Riley R.R., J.W. Savell, S.E. Murphey, G.C. Smith, D.M. Stiffler y H.R. Cross. 1983. Palatability of beef from steers and young bull carcasses as influenced by electrical stimulation, subcutaneous fat thickness and marbling. J. Anim. Sci., 56: 592-597.
123. Riley D.G., C.C. Chase, A.C. Hammond, R.L. West, D.D. Johnson, T.A. Olson y S.W. Coleman. 2002. Estimated genetic parameters for carcass traits of Brahman cattle. J. Anim. Sci., 80: 955-962.
124. Riley D., G. Johnson, D.D. Chase, West, R.L. Coleman, S.W. Olson y A.C. Hammond. 2005. Factors influencing tenderness in steaks from *Bos indicus* cattle. Meat Sci., 70: 347-356.
125. Rincker P.J., P.J. Bechtel, Q. Finstadt, R. Van Buuren, J. Killefer y F.K. Mckeith. 2006. Similarities and differences in composition and selected sensory attributes of reindeer, caribou and beef. J. of Muscle Foods, 17: 65-78.
126. Romans J.R., H.J. Tuma y W.L. Tucker. 1965. Influence of carcass maturity and marbling of the physical and chemical characteristics of beef. I. Palatability, fiber diameter and proximate analysis. J. Anim. Sci., 79: 1814-1820.

127. Robbins K., J. Jensen, K.J. Ryan, C. Homeo-Ryan, F.K. McKeith, M.S. Brewer. 2003. Consumer attitudes towards beef and acceptability of enhanced beef. *Meat Sci.*, 65(2): 721-729.
128. Rubio M.S., R.D. Méndez y Huerta-Leidenz. 2007. Characterization of beef semimembranosus and adductor muscles from US and Mexican origin. *Meat Sci.*, 76: 438-443.
129. Sami A.S., C. Augustini y F.J. Schwartz. 2004. Effects of feeding intensity and time on feed on performance, carcass characteristics and meat quality of Simmental bulls. *Meat Sci.*, 67: 195-201.
130. Sampaio D.H., A.C. De Queiroz, R.A. Mendonça y M.B. Faria. 2009. Energetic efficiency of protein and body fat retention in crossbred *Bos indicus* and *Bos taurus* × *Bos indicus* raised under tropical conditions. *R. Bras. Zootec.*, 38(8): 1581-1586.
131. Sánchez R.G., R. Gómez, L. Ávalos y D. Roseta. Oportunidades de Desarrollo en la industria de carne de bovino en México. 1999. FIRA Boletín Informativo México 32(312): 5- 119.
132. Sánchez R.G. y V.A. Sánchez. 2005. Tendencias de la industria nacional de la carne de Bovino. Ganadería bovina del estado de Michoacán. Fundación produce Michoacán, A.C. Michoacán, México.
133. Sañudo C., P. Albertí, M.M. Campo, J.L. Olleta y B. Panea. 1998. Calidad instrumental de la carne de bovino de siete razas españolas. *Archivos de zootecnia*, 48:397-402.
134. Schnell T.D., K.E. Belk, J.D. Tatum, R.K. Miller y G.C. Smith. 1997. Performance, carcass, and palatability traits for cull cows fed high-energy concentrate diets for 0,14,28, 42 and 56 days. *J. Anim. Sci.*, 75: 1195-1202.
135. Schnettler B., C. Muriel, A. Candia, F. Llancanpán, J. Sepúlveda , M. Denegri, H. Miranda y N. Sepúlveda. 2010. Importancia del color, contenido de grasa y frescura en la compra de la carne bovina en Temuco, región de la Aucasania, Chile. *Revista Científica*, 20(6): 623 – 632.

136. Schutt K.M., H.M. Burrow, J.M. Thompson y B.M. Bindom. 2009. Brahman and Brahman crossbred cattle grown on pasture and in feedlots in subtropical and temperate Australia. 2. Meat Quality and palatability. *Animal Production Sci.*, 49: 439-451.
137. Seideman S.C., H.R. Cross, R.R. Oltjen y B.D. Schanbacher. 1982. Utilization of the intact male for red meat production. A review. *J. Anim. Sci.*, 55: 826-840.
138. Seideman S.C., J.D. Crouse y H.R. Cross. 1986. The effect of sex condition and growth implants on bovine muscle fiber characteristics. *Meat Sci.*, 17: 79-95.
139. Shackelford S.D., M. Koohmaraie, M.F. Miller, J.D. Crouse y J.O. Reagan. 1991. An evaluation of tenderness of the *Longissimus* muscle of Angus by Hereford versus Brahman crossbred heifers. *J. Anim. Sci.*, 69: 171-177.
140. Shackelford S.D., T.L. Wheeler y M. Koohmaraie. 1995. Relationship between shear force and trained sensory panel tenderness ratings of 10 major muscles from *Bos indicus* and *Bos taurus* cattle. *J. Anim. Sci.*, 73(11): 3333-3340.
141. Shearer J., G. Burgess y P.R. English. 1986. A study of consumer attitudes to fat in meat. British Society of Animal Production. Winter Meeting, paper 88.
142. Sherbeck J.A., J.D. Tatum, T.G. Field, J.B. Morgan y G.C. Smith. 1995. Feedlot performance carcass traits and palatability traits of Hereford and Hereford x Brahman steers. *J. Anim. Sci.*, 73: 3613-3620.
143. Sherbeck J.A., J.D. Tatum, T.G. Field, J.B. Morgan y G.C. Smith. 1996. Effect of phenotypic expression of Brahman breeding on marbling and tenderness traits. *J. Anim. Sci.*, 74: 304-309.
144. Short R.E., E.E. Grings, M.D. MacNeil, R.K. Heitschmidt, C.B. Williams y G.L. Bennet. 1999. Effects on sire growth potential, growing finishing strategy and time on feed on performance, composition and efficiency of steers. *J. Anim. Sci.*, 77: 2406-2417.
145. SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. SAGARPA. 2012. <http://www.siap.gob.mx/resumen-nacional-pecuario/>

146. Smith G.C., K.E. Belk, J.N. Sofos, J.D. Tatum y S.N. Williams. 2000. Economic implications of improved color stability in beef. Antioxidants in muscle food: Nutritional strategies to improve quality, 397-426.
147. Smith G.C. 2001. Global sources of, and markers for, beef (and perhaps, for buffalo meat); factors affecting palatability of beef and of meat from the water buffalo. VI World Buffalo Congress, 172-201.
148. Steen R.W.J. 1995. The effect of plane of nutrition and slaughter weight on growth and food efficiency in bulls, steers and heifers of three breed crosses. *Lives. Prod. Sci.*, 42: 1-11.
149. Strydom P.E., L. Frylinck, J.L. Montgomery y M.F. Smith. 2009. The comparison of three β -agonist for growth performance, carcass characteristics and meat quality of feedlot cattle. *Meat Sci.*, 81: 557-564.
150. Talman A., G. Monin, M. Briand, M. Dadet y Y. Briand. 1986. Activities of metabolic and contractile enzymes in 18 bovine muscles. *Meat Sci.*, 18: 23-40.
151. Tatum D.J., G.C. Smith y Z.L. Carpenter. 1982. Interrelationships between marbling, subcutaneous fat thickness and cooked beef palatability. *J. Anim. Sci.*, 54(4): 777-784.
152. Tatum D.J., K.W. Gronewald, S.C. Seideman y W.D. Lamm. 1990. Composition and quality of beef from steers sired by Piedmontese, Gelbvieh and Red Angus bulls. *J. Anim. Sci.*, 68: 1049-1060.
153. Taylor R.G., G.H. Geesink, V.F. Thompson, M. Koohmaraie y D.E. Goll. 1995. Is Z-disk degradation responsible for post-mortem tenderization? *J. Anim. Sci.*, 21: 1351-1367.
154. 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): 645-652.
155. Torrecano G., A. Sánchez-Escalante, B. Giménez, P. Roncales, J.A. Beltrán. 2003. Shear values of raw samples of 14 bovine muscles and their relation on muscle collagen characteristics. *Meat Sci.*, 64: 85-91.

156. Trueta S.R. 2003. Crónica de una muerte anunciada, impactos del TLC en la ganadería bovina mexicana. Memorias del XXVII Congreso Nacional de Buiatría ; junio 12-14; Villahermosa (Tabasco) México. México (D.F.): Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, AC, 2003: 57-89.
157. Trujillo. 2002. Tecnología e industria. XI Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal.
158. USDA, 1997. United States Standards for grades of Carcass Beef. USDA Agric. Marketing Ser., Livest. Seed Div. Washington, DC.
159. USMEF. U.S. 2012. Meat Export Federation. URL: <http://www.usmef.org/news-statistics/statistics/>
160. Van Koevering M.T., D.R. Gill, F.N. Owens, H.G. Dolezal y C.A. Strasia. 1995. Effect of time on feed of performance on feedlot steers, carcass characteristics and tenderness and composition of *Longissimus* muscles. J. Anim. Sci., 54: 177-185.
161. Vestergaard M., M. Obsbjerg y P. Henckel. 2000. Influence of feeding intensity, grazing and finishing feeding on muscle fibre characteristics and meat colour of *semitendinosus*, *longissimus dorsi* y *supraspinatus* muscles of young bulls. Meat Sci., 54: 177-185.
162. Villegas G., A. Bolaños y L. Olgún. 2001. La ganadería en México I. 5.1 Temas selectos de geografía de México. Plaza y Valdés (eds). México, D.F., 158 pp.
163. Warris P.D. 1996. Introduction: What is meat quality? In: Taylor SA, Raimundo A., Severini M., Smulders FJM. Meat quality and meat packaging. ECCEAMST. Utrecht, 3-10.
164. Walter M.J., D.E. Goll, E.A. Kline, L.P. Anderson y A.F. Carlin. 1965. Effects of marbling and maturity of beef muscle characteristics. I. Objective measurements of tenderness and chemical properties. Food Technology, 19: 841.

165. Wheeler T.L., G.W. Davis, J.R. Clark, C.B. Ramsey y T.J. Ruourke. 1989. Composition and palatability of early and late maturing beef breed types. *J. Anim. Sci.*, 67(1): 142-151.
166. Wheeler T.L., J.W. Savell, H.R. Cross, D.K. Lunt y S.B. Smith. 1990. Mechanisms associated with the variation in tenderness of meat from Brahman and Hereford cattle. *J. Anim. Sci.*, 68: 4206-4220.
167. Wheeler T.L., L.V. Cundiff y R.M. Koch. 1994. Effect of marbling degree on beef palatability in *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle. *J. of Anim. Sci.*, 72(12): 3145-3151.
168. Whipple G., M. Koohmaraie, M.E. Dikeman, J.D. Crouse, M.C. Hunt y R.D. Klemm. 1990. Evaluation of attributes that affect *Longissimus* muscle tenderness in *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle. *J. Anim. Sci.*, 68(9): 2716-2728.
169. Williams C.B. y T.G. Jenkins. 2003. a) A dynamic model of metabolizable energy utilization in growing and mature cattle. I. Metabolizable energy utilization for maintenance and support metabolism. *J. Anim. Sci.*, 81: 1371-1381.
170. Wood J.D., M. Enser, A.V. Fisher, G.R. Nute, R.L. Richardson y P.R. Sheard. 1999. Manipulating meat quality and composition. *Proceedings of the Nutrition Society*, 58: 363-370.
171. Wulf D.M. y J.K. Page. 2000. Using measurements of muscle color, pH, and electrical impedance to augment the current USDA beef quality grading standards and improve the accuracy and precision of sorting carcasses into palatability groups. *J. Anim. Sci.*, 78: 2595-2607.
172. Zea J., M.D. Díaz y J.A. Carballo. 2007. Efecto de la raza, sexo y alimentación en la calidad de la carne de vacuno. *Archivos de zootecnia, Universidad de Córdoba*, 56: 737-743.

ANEXO I

CUESTIONARIO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE CARNE BOVINA EN MÉXICO

RANCHOS / CORRALES DE ENGORDA

Objetivo:

Contar con información de la producción de ganado bovino del país, fundamentalmente en su etapa de finalización que contribuya al desarrollo de tecnologías y diseño de políticas que garanticen una excelente calidad de la carne en el mercado nacional e internacional, de manera que se asegure una mayor equidad en los eslabones de la cadena de valor de la carne bovina y con ello mejorar la eficiencia de la producción, su rentabilidad, bienestar y la salud de los consumidores finales.

De antemano agradecemos el apoyo y establecemos el compromiso de que sus respuestas a este cuestionario serán completamente confidenciales, y sólo se utilizarán con fines de investigación.

A) DATOS GENERALES DE LA GANADERÍA

Nombre del encuestado (deseable no indispensable):

Puesto: Tiempo de trabajar en el puesto:

Nombre de la ganadería:

Domicilio (croquis de localización anexo)

Correo:

Teléfono:

Número de animales de la ganadería:

Totales _____

Recría o repasto _____

Engorda _____

El rancho es:

Cooperativa []

Sociedad privada []

Un solo dueño []

B) TIPO DE ANIMALES

1. Mencione la procedencia de los animales

Estado de la República o País	%	Km recorridos	Tiempo de viaje
Estado de la República o País	Núm. de paradas	Tiempos de descanso	

¿Se les proporciona agua/alimento durante el transporte?

2. Que tipo de razas maneja

Raza (especificar) o cruzas	%
-----------------------------	---

3. En que se basa para comprar sus animales (indique los que correspondan)

1. **Genética (cebuíno/europeo/cruzas, color)**
2. **Peso**
3. **Conformación**
4. **Bulto**
5. **Otros**

6. ¿Exige un programa sanitario del ganado a sus proveedores?

No Si especifique cual:

- Prueba de brucelosis
- Prueba de tuberculosis
- Baño garrapaticida
- Certificado de proveedor confiable
- Programas de desparasitación (interna o externa)
- Retiro de antibióticos en alimento
- Otro, especifique: _____

7. ¿Realizan alguna visita de supervisión (técnica) a sus proveedores?

<input type="checkbox"/>	No	Si	<input type="checkbox"/>	Si, especificar frecuencia y motivo:
--------------------------	----	----	--------------------------	--------------------------------------

8. ¿Exigen condiciones durante el transporte de los animales hacia el rancho/engorda que garanticen su bienestar?

No Si , especifique cual:

Uso de tranquilizante durante el transporte, especificar: _____	<input type="checkbox"/>
Uso de camiones especiales para cada especie	<input type="checkbox"/>
*Tiempo de recorrido (_____ horas)	<input type="checkbox"/>
Horario de recepción de los animales (en el rancho?) 24 Hrs	<input type="checkbox"/>
Instalaciones para la recepción de animales (en el rancho?)	<input type="checkbox"/>
Otros (Especificar) _____	<input type="checkbox"/>

*Del lugar donde se producen los animales al lugar del sacrificio

9. Porcentaje de animales que mueren durante el transporte y recepción al rancho o que llegan lesionados

Muertos _____

Lesionados _____

10. Pone a sus animales en un programa especial de manejo y alimentación a su llegada al rancho?

SI []

NO []

-
11. En caso de que su respuesta a la pregunta anterior sea SI mencione en qué consiste.
-
-

C) MANEJO DE LOS ANIMALES EN EL RANCHO / CORRAL DE ENGORDA

1. **Castra a los machos:** SI [] NO []
2. **Método de castración**
3. **Edad de castración**
4. **Implanta :** SI [] NO []
5. **Qué implante usa**
6. **Cuándo pone el implante**
7. **Por cuánto tiempo implanta**
8. **Cuántos días de retiro antes de llevar el animal al rastro**
9. **Tiene conocimiento del Bienestar Animal (BA)**
10. **Realiza acciones en su rancho a favor del BA**
11. **Utiliza β -agonistas en la finalización del ganado**
12. **Si utiliza, de qué tipo es**
13. **Cuántos días de retiro antes de llevar el animal al rastro**
14. **Utiliza algún otro promotor de crecimiento**
15. **Porcentaje de sombra en el corral**
16. **Número de animales por corral**
17. **Tamaño de corral**
18. **Piso del corral**

- 19. Capacidad de Bebederos
- 20. Temperatura del agua
- 21. Mezclan lotes de diferentes procedencias
- 22. Mezclan sexos, tamaños diferentes

11. ¿Cuántos animales sacrifica por día/semana/mes?

Tipo	Peso final	Porcentaje
Vacas		
Vaquillas		
Machos enteros		
Machos castrados		

D) ALIMENTACIÓN DE LOS ANIMALES

a. ¿Qué tipo de forraje ofrece a sus animales y en qué proporción?

INICIO

PRODUCCIÓN

b. ¿Qué tipo de grano ofrece a sus animales y en qué proporción?

_____	_____
_____	_____
_____	_____

c. Indique otros ingredientes que constituyen la dieta de sus animales

_____	_____
_____	_____
_____	_____

c. ¿Por cuánto tiempo engorda a los animales? (en función de peso inicial y sexo)

d. ¿Cuántas fases de alimentación tiene y cuál es el tiempo de duración de cada una de ellas?

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

12. Establezca las diferencias entre fases de alimentación (contenido de energía, proteína, fibra, etc.?) _____

f. Formula usted sus dietas para el ganado? SI [] NO []

g. Si es No, quién le ayuda a formularlas _____

h. ¿Usa sales minerales? _____

12. ¿Cuál es el sistema de alimentación utilizado para lograr la calidad de la canal y de la carne requerida por el mercado?

TIPO DE ALIMENTACIÓN	SI	NO
Pastoreo	[]	[]
Estabulado	[]	[]
Semi-estabulado	[]	[]
Uso de promotores de crecimiento (especifique)	[]	[]
Otro, especificar _____	[]	[]

E) MATANZA DE ANIMALES Y COMERCIALIZACIÓN DEL GANADO

1. ¿Vende sus animales a un intermediario?

SI [] NO []

2. ¿Vende sus animales al rastro?

SI [] NO []

3. ¿Sólo maquila sus animales en un rastro?

SI [] NO []

Si es NO, ¿en cuántos?

4. ¿Costo de maquila? Municipal _____ TIF _____

5. ¿Dónde sacrifica a sus animales?

[]	Municipio:	[]	Otros municipios (especificar)
[]	Estado	[]	Otros estados (especificar)

6. Mezcla animales de diferentes lotes 1. SI [] NO []

7. ¿Qué tipo de rastro utiliza para sacrificar a sus animales?

<input type="checkbox"/>	Municipal	<input type="checkbox"/>	Otros (Especificar): _____
<input type="checkbox"/>	TIF	<input type="checkbox"/>	

8. ¿Tiene un precio diferencial su ganado?

No Si , especifique los factores que considera:

Factor	Porcentaje
Variación de peso	
Rendimiento en canal	
Tipo racial	
Calidad de la canal	
Calidad de la carne	
Otros, especificar: _____	

9. ¿Exigen condiciones en el transporte del ganado para garantizar la calidad de la canal?

Si No , especifique cual: _____

Uso de tranquilizante durante el transporte, especificar	<input type="checkbox"/>
Uso de camiones específicos para cada para su transporte	<input type="checkbox"/>
*Tiempo de recorrido (_____ horas)	<input type="checkbox"/>
Horario de recepción (por parte del rastro?) de los animales	<input type="checkbox"/>
Instalaciones para la recepción de animales (en el rastro?)	<input type="checkbox"/>
Otros (Especificar) _____	<input type="checkbox"/>

*Del lugar donde se producen los animales al lugar de matanza

10. ¿Conoce el porcentaje de animales que mueren durante el transporte y recepción en el rastro?

<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	Si, especificar %
--------------------------	----	--------------------------	-------------------

11. ¿Existen condiciones especiales previas a la matanza para garantizar la calidad de la canal?

No Si , especifique cual: _____

Cuenta con área de desembarque con rampas	<input type="checkbox"/>
Instalaciones de acuerdo a la especie en el área de recepción	<input type="checkbox"/>
Capacidad adecuada a la especie en el área de recepción	<input type="checkbox"/>

Existen bebederos en el área de recepción	[]
Reposo previo al sacrificio (<u>72</u> horas)	[]
Ayuno previo al sacrificio (horas)	[]
Método de sujeción	[]
Otros (favor de especificar)	[]

12. Mencione el Método de arreo que utiliza para el traslado del ganado (picana, chicharra, chicote, palo, etc.)

13. ¿De los animales que llegan al Rastro cuántos son rechazados?

14. ¿Puede mencionar las causas de rechazo y su porcentaje?

15. ¿Existe un médico certificado en el área de decomisos?

Si [] No []

16. Cuando se dan los decomisos ¿qué partes del animal son decomisados?

17. ¿Tiene conocimiento sobre el destino de los decomisos?

18. ¿Tiene conocimiento sobre las causas de los decomisos y su porcentaje?

19. ¿La carne de sus animales es sometida a algún tipo de tratamiento *post-mortem* para mejorar su calidad?

[]	Estimulación eléctrica
[]	Enfriamiento rápido
[]	Intervención antimicrobiana
[]	Inyección de marinado
[]	Enmantado
Otros: especificar _____	

20. ¿Qué porcentaje de sus canales presentan algún defecto (hematoma, desgarre, etc.?)

21. ¿Hace uso de algún sistema de clasificación de canales?

<input type="checkbox"/>	No
<input type="checkbox"/>	Si
Indique cuál es:	

22. ¿Las mediciones en la canal incluyen marmoleo?

SI NO

23. Desde su punto de vista ¿Cuáles son los 3 principales problemas que tiene con relación al control de la calidad de la carne de sus animales?

1.	
2.	
3.	

ANEXO II

ESCALAS DE EVALUACIÓN

Tabla 1. Escala de firmeza

FIRMEZA	VALOR
Firme +	1
Firme	2
Firme -	3
Suave -	4
Suave	5
Suave +	6

Tabla 2. Escala de textura

TEXTURA	VALOR
Tosca +	1
Tosca	2
Tosca -	3
Fina -	4
Fina	5
Fina +	6

Tabla 3. Escala de marmoleo

MARMOLEO	VALOR
Magra	0
Trazas	1
Ligero	2
Pequeño	3
Modesto	4
Moderado	5
Ligeramente abundante	6

Tabla 4. Escala de madurez fisiológica

MADUREZ FISIOLÓGICA	VALOR
A= < 30 meses (0% de osificación)	1
B= 30-42 meses (10% de osificación)	2
C= 42-72 meses (35% de osificación)	3
D= 72-96 meses (70% de osificación)	4
E= >96 meses (90-100% de osificación)	5