



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

**MAESTRIA EN CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN Y
DE LA SALUD ANIMAL**

**CARACTERIZACIÓN DE LAS CANALES DE BOVINOS EN
MÉXICO**

T E S I S
P A R A O B T E N E R E L G R A D O D E
M A E S T R O E N C I E N C I A S
P R E S E N T A :
C é s a r O c t a v i o M e z a M a r t í n e z

TUTOR:

Dr. Rubén Danilo Méndez Medina
Dra. María Salud Rubio Lozano
Dr. Pedro Garcés Yépez

México, D.F.

2007



Universidad Nacional
Autónoma de México



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 Dios, por haberme permitido llegar a esta etapa de mi vida.

A Lili, Citli y bebe, que son los que me impulsan a ser mejor cada día.

A mis padres, que han estado en los momentos más importantes de mi existencia.

A mis hermanas y cuñados, por su apoyo incondicional.

A mis sobrinos que han ayudado a fortalecer más la unión familiar.

A mis suegros y cuñadas, por su comprensión.

A mis primos, amigos y compadres por su valiosa amistad.

Agradecemos la valiosa colaboración y apoyo de las siguientes personas e instituciones, que permitieron la culminación exitosa del presente trabajo:

- Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), por el financiamiento otorgado para realización de la presente investigación, a través del proyecto PAPIIT IN-214603.
- Personal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, especialmente al Dr. Danilo Méndez Medina y a la Dra. Maria Salud Rubio Lozano, por su apoyo y comprensión.
- Al Sr. Miguel Laguna por su apoyo en el Centro de Acopio y Distribución Ferreria.
- A los rastros municipales de Guadalajara y Zapopan.
- A los rastros TIF de Torreón, Mexicali, Cuenca del Papaloapan, empacadora Romar y al frigorífico de la unión ganadera de Tabasco.
- Mis tutores Dr. Pedro Garcés Yépez, Dr. José Manuel Berruecos Villalobos y al Dr. Antonio Gómez Alcántara.
- Al MVZ. Marco Antonio Pérez Miranda.
- A mi familia y amigos.

CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS	IV
ÍNDICE DE FIGURAS	V
RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	2
2. ANTECEDENTES	3
2.1 La actividad primaria en la ganadería bovina en México	4
2.1.1 Regiones ecológico-ganaderas y sistemas de producción	5
2.1.2 Producción de ganado en pie	7
2.1.3 Producción de carne de bovino	9
2.1.4 Promedio nacional del peso del ganado en pie	11
2.1.5 Promedio nacional de peso en canal	12
2.2 Infraestructura industrial para el sacrificio de bovinos	13
2.2.1 Rastros Municipales	14
2.2.2 Sacrificio en establecimientos Tipo Inspección Federal (TIF)	17
2.3 Evaluación de canales de bovino	19
2.3.1 Importancia de la evaluación	19
2.3.2 Tipos de evaluación	22
2.3.3 Atributos usados en la evaluación de canales	25
2.3.3.1 Medidas de engrasamiento	28
2.3.3.2 Medidas de Muscularidad	30
2.3.4 Factores que afectan a las características de la canal	31
2.3.4.1 Raza	31
2.3.4.2 Peso de la canal	33
2.3.4.3 Edad del animal	34
2.4 Calidad para la carne de bovino	38
2.4.1 Calidad de la carne	38
3. OBJETIVOS	44
3.1 Objetivo general	44
3.2 Objetivos particulares	44

4. HIPÓTESIS	44
5. MATERIAL Y METODOS	45
5.1 Estrategia general	45
5.2 Selección de los estados y rastros	45
5.3 Mediciones de los parámetros de rendimiento y calidad	
en las canales bovinas	46
5.3.1 Variables objetivas	46
5.3.2 Variables subjetivas	48
5.4 Análisis estadístico de los resultados	53
6. RESULTADOS	54
6.1 Descripción de la población evaluada	54
6.2 Comportamiento de las variables objetivas	55
6.3 Comportamiento general de las variables subjetivas	63
6.4 Comportamiento de las variables por región	70
6.5 Comportamiento de las variables por sexo	77
7. CONCLUSIONES	83
8. AGRADECIMIENTOS	84
9. BIBLIOGRAFÍA	85

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Los diez estados con mayor número de producción en toneladas de ganado en pie durante el año 2002	8
Cuadro 2.	Los diez estados con mayor número de producción en toneladas de carne en canal durante el año 2002	10
Cuadro 3.	Los diez estados con mayor peso promedio en kilogramos de ganado en pie durante el año 2002	11
Cuadro 4.	Los diez estados con mayor peso en kilogramos promedio de carne en canal durante el año 2002	12
Cuadro 5.	Rastros Municipales por región y estado con mayor número de sacrificio	16
Cuadro 6.	Plantas de Sacrificio TIF por región y estado con mayor número de sacrificio	18
Cuadro 7.	Rastros seleccionados por región y estado	46
Cuadro 8.	Machos y hembras según las regiones y el tipo de rastro	55
Cuadro 9.	VARIABLES OBJETIVAS medidas en el total de las canales bovinas	62
Cuadro 10.	VARIABLES SUBJETIVAS medidas en el total de las canales bovinas	69
Cuadro 11.	VARIABLES OBJETIVAS de las canales bovinas por región	73
Cuadro 12.	VARIABLES SUBJETIVAS de las canales bovinas por región	76
Cuadro 13.	VARIABLES OBJETIVAS de las canales bovinas por sexo	80
Cuadro 14.	VARIABLES SUBJETIVAS de las canales bovinas por sexo	82

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Medición del grosor de grasa en la chuleta	47
Figura 2.	Medición del área de la chuleta con plantilla estructurada	48
Figura 3.	Localización del cartílago y de las vértebras para la determinación de la madurez	49
Figura 4.	Patrones de los perfiles dorsales y laterales en las canales bovinas	52

RESUMEN

La investigación tiene como objetivo el estudio de las características de rendimiento y calidad de las canales en México con el fin de generar la información científica necesaria para desarrollar un modelo de predicción que permita predecir la calidad y el rendimiento de las canales. El estudio se llevó a cabo en los rastros TIF y Municipales de mayor sacrificio que representan las regiones ganaderas agro-climáticas (norte, centro y sur). La caracterización se realizó mediante la toma de medidas para determinar su rendimiento y calidad según variables objetivas y subjetivas. Los resultados muestran que los animales sacrificados en México, son relativamente homogéneos, que responden a cruzas con alto componente *Bos indicus*. Otra característica encontrada es que los animales son sacrificados a un peso promedio de 457 kg, con un rendimiento comercial del 60%, un engrasamiento regular a nivel de la 12-13 costilla de 0.51 cm. También se ha podido comprobar que los animales llegan al sacrificio a una edad promedio de 15 meses, con una buena conformación muscular, una coloración de la grasa de cobertura crema, un color de la carne a nivel de la chuleta de rojo cereza, con una consistencia suave, un nivel de grasa a nivel de riñón y pelvis de 1.4% y un marmoleo de trazas en la chuleta cortada entre la 12-13 costilla. En el norte del país se encontraron las canales con las mejores conformaciones, engrasamientos, color de la grasa de cobertura y área de chuleta. También se pudo observar que las canales del norte y sur se sacrifican a una menor madurez fisiológica que las del centro. Por último se pudo observar que los machos son en general más pesados que las hembras y que estas presentan mayores engrasamientos, además de un color más claro en la grasa de cobertura que el de los machos.

1. 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 del país, donde las exportaciones del ganado en pie son su principal rubro. Además, los patrones culturales de consumo de los diferentes productos cárnicos han hecho que la carne de bovino sea el eje ordenador de la demanda y de los precios de las demás carnes.

La industria de la carne en México está afrontando en los últimos tiempos una decadencia como consecuencia de la poca modernización de su tecnología y de adaptación a los cambios que la sociedad del país está experimentando. Los mexicanos están demandando carne de mejor calidad que la ofrecida por la industria. Como consecuencia de esto, las importaciones de carne han aumentando estrepitosamente en los últimos años. Por lo tanto, es importante que se genere en México la información de las características de las canales del ganado bovino que aquí se produce y así se permita identificar que tipos de animales podrían ser utilizados para sustituir esas importaciones y por otro lado exportar a nivel competitivo con las características que demanda el comercio exterior.

El objetivo final de la producción animal para abasto es la obtención de carne para el consumo por el público. El conocimiento de las diferencias entre canales ha tenido un impacto económico tan grande que en muchas ocasiones ha marcado cambios importantes en el curso de la historia en la industria cárnica del mundo. Está claro que aquellas canales que reúnen los estándares de calidad más deseados por los consumidores y que tienen el mayor rendimiento (con la menor cantidad de grasa recortable) son las de mayor valor. El conocimiento de la eficiencia de producción, la determinación del potencial de crecimiento y la medición de los atributos de la canal han

proporcionado la herramienta necesaria para las mejoras en la selección genética y el manejo de los animales para carne. La investigación en ésta área ha indicado que la evaluación de canales no se debe separar de lo que es la eficiencia de producción. Para que esto se pueda alcanzar, el desarrollo de métodos eficaces para evaluar canales es de gran interés. Si la eficiencia de producción y los méritos de las canales se usan para los programas de selección genética, los datos que se obtienen de ellos deben ser exactos y precisos a través del tiempo.

La presente investigación tiene como objetivo el estudio de las características de rendimiento y calidad de las canales en la República Mexicana con el fin de generar la información científica necesaria para desarrollar un modelo de predicción que permita la predicción de la calidad y el rendimiento de las canales.

2. ANTECEDENTES

Uno de los parámetros más importantes en la evaluación de la eficiencia de la producción animal es la medición de la cantidad y calidad del producto final, y en el caso que nos ocupa, la carne. El conocimiento de la cantidad y calidad de la carne nos permitiría evaluar y re-orientar los sistemas de producción bovinos con la intención de mejorarlos (Rubio y Méndez 1997).

Es común en México que el bovino se comercialice en función de su peso, por lo que no se considera la variabilidad en las características del ganado, ni la diversidad de preferencias del consumidor (FIRA, 1999). Este sistema de intercambio no establece un precio específico para las canales de diferente calidad o rendimiento, por lo que se inhibe la producción de ganado de calidad (más costosa) al no verse adecuadamente retribuida. En muchos países del mundo, los sistemas de comercialización están

basados en el pago en función de la calidad y el rendimiento de las canales, lo que hace que el mercado pueda ofrecer diferente tipo de calidades al consumidor (AUS-MEAT, 1999; Japan Meat Grading, 1998; New Zealand Meat, 1996; EEC, 1991; Meat and Livestock, 1992; Canadian Beef Grading, 1996; USDA 1996). Esto se consigue a través de un sistema de evaluación, el cual usa los principios de discriminación de mercados desarrollados por la mercadotecnia y mide ciertos indicadores desarrollados por la ciencia de la carne, para valorar la apreciación del cliente. En términos prácticos, lo anterior se refleja ofreciendo precios diferentes por las diversas calidades identificadas, motivando las mejoras en las prácticas productivas y estandarizando la calidad de los productos.

La manera de promover lo antes mencionado para México se puede lograr analizando la información de las características de las canales de bovinos que son producidas aquí. Como paso inicial para poder contar con un sistema de evaluación de canales en México se necesita levantar una base de datos sobre las características de los diferentes tipos de canales que se comercializan.

2.1 La actividad primaria en la ganadería bovina en México

La ganadería bovina para carne es importante en México por que se realiza aprovechando recursos naturales en más del 50% del territorio nacional y por su aportación de carne como alimento básico (FIRA, 1999). La ganadería de bovino para carne se caracteriza por un proceso de especialización en diferentes contextos agroclimáticos (FIRA, 1999).

2.1.1 Regiones ecológico-ganaderas y sistemas de producción.

En México, la ganadería de bovino para carne se realiza en condiciones que son influenciadas por la climatología, la aplicación de las tecnologías disponibles, los sistemas de manejo y la finalidad de la explotación (producción de novillos para abasto, la cría de becerros para exportación y la producción de pie de cría) (AMEG, 2003). En función a estos factores, nuestro país se divide en tres regiones agro-climáticas (trópico húmedo y seco, árida y semiárida, templada) (Trueta, 2003). Las regiones tropicales (trópico húmedo y seco) se dedican básicamente a la cría, desarrollo y engorda de ganado en agostaderos y praderas, cuyo destino es el mercado nacional. En la región templada, la producción generalmente se basa en el pastoreo en temporadas de lluvia y complementándolos con esquilmos agrícolas el resto del año o la finalización en corrales de engorda. Las regiones árida y semiárida se caracterizan por la producción de becerros al destete en agostaderos para la exportación (AMEG, 2003). El conocimiento de las características de los animales producidos en cada región es la base para poder elaborar un sistema de evaluación que garantice la equidad según la calidad y el rendimiento de la clasificación.

a. **Región Norte (Árida y Semiárida).** Esta zona se caracteriza por la producción de becerros para la exportación, predominando los estados de Baja California Norte y Sur, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Durango, Zacatecas, parte de Tamaulipas y San Luís Potosí (Trueta, 2003; ASERCA, 2002). En estas zonas se dan las condiciones de mercado para la carne de calidad: el clima seco es favorable para el manejo de ganado en corral además de tener buena disponibilidad de insumos para la alimentación del ganado, predominando grandes empresas integradas en la engorda, sacrificio y comercialización por medios propios o exclusivos (Villegas *et al.*, 2001) Aun cuando esta región se ha catalogado como la de mayor avance tecnológico, sin embargo al compararlo con los países desarrollados se observan moderados

parámetros productivos, debido principalmente al uso no sostenible de recursos que ocasionan el deterioro de los mismos y a la necesidad de mejora de la alimentación y genética animal. En estos estados también se presentan las condiciones propicias para la engorda en corral y/o finalización de animales que se destinan al abasto nacional. La limitante principal es la dependencia de insumos de alta calidad, especialmente de granos y concentrados, cuya limitada disponibilidad, acceso y precios al alza, ocasiona que se incrementen los costos de producción disminuyendo su nivel competitivo y de rentabilidad (AMEG, 2003). Las razas predominantes en estas áreas son las europeas como Hereford, Angus, Charolais, Limousin y sus cruzas (Trueta, 2003).

b. **Región Centro (Templada)**. En la zona templada, en general, no predomina una alta especialización en la producción de carne, observándose una composición racial muy heterogénea en la que se confunden las razas lecheras con las productoras de carne, la integran los estados de Aguascalientes, Distrito Federal, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, México, Puebla, Querétaro, Oaxaca y Tlaxcala (Trueta, 2003; Villegas *et al.*, 2001). La producción generalmente se basa en el pastoreo durante la temporada de lluvias y se complementa con los esquilmos agrícolas el resto del año y con la finalización en los corrales de engorda (AMEG, 2003). En esta zona se caracteriza el ganado criollo y cebú cruzado con razas europeas (ASERCA, 2002).

c. **Región Sur (Trópico húmedo y seco)**. En la zona de trópico húmedo y seco la engorda se realiza en pastoreo, y el sacrificio y la comercialización de la carne se realiza a través de canales propios o de intermediarios (ASERCA, 2002), predominando razas del género *Bos indicus*, especialmente Indobrasil, Brahmán, Guzarat, Gyr y sus cruzas, con razas europeas principalmente ganado Suizo (Villegas *et al.*, 2001). Se destaca también en esta zona la dedicación a la cría, desarrollo y engorda de ganado, cuyo destino es el mercado nacional; los estados que lo componen son: Colima,

Guerrero, Nayarit, Sinaloa, Campeche, Quintana Roo, Veracruz, Tabasco y Yucatán (Trueta, 2003). En estas regiones, el uso menos intensivo de tecnología, la escasa administración sostenible, la falta de calidad genética del ganado que no demanda el mercado y la mejorable calidad de la alimentación, además del avance potencial en las campañas zoonosanitarias, retrasan el acceso al mercado de exportación para su producto principal que en la actualidad es el becerro de destete (AMEG, 2003).

2.1.2 Producción de ganado en pie

En general, la producción de carne de bovino del país ha evolucionado tecnológicamente a un menor ritmo que la avicultura y la porcicultura; pero el incremento del sistema intensivo de engorda en corrales en el centro-norte del país con una ganadería especializada, muestra niveles tecnológicos similares a los actualmente utilizados en los EUA, donde la alimentación se basa principalmente en granos. Por su parte, las zonas tropicales con sistemas extensivos y con una ganadería de doble propósito, adoptan estrategias para una mejor producción y conservación de forrajes con uso limitado de granos, suplementos y alimenticios que raramente superan el 20% de la ración total de los animales en finalización.

En México durante el año 2002 se produjeron 2,809,049 toneladas de ganado bovino en pie, siendo los principales productores (por orden de producción), los estados de Veracruz, Jalisco, Chiapas, Sinaloa, Sonora, Chihuahua y Durango (SAGARPA, 2002).

Cuadro 1. Los diez estados con mayor número de producción en toneladas de ganado en pie durante el año 2002.

Estado	Toneladas	Porcentaje
--------	-----------	------------

Veracruz	404,032	14.38
Jalisco	353,797	12.59
Chiapas	173,546	6.18
Sinaloa	149,244	5.31
Sonora	145,280	5.17
Chihuahua	128,252	4.57
Durango	122,795	4.37
Tabasco	101,365	3.61
Tamaulipas	97,511	3.47
Baja California	95,276	3.39

Fuente: Anuario estadístico de la producción pecuaria de los Estados Unidos Mexicanos 2002. Servicio de información y estadística agroalimentaria y pesquera.

2.1.3 Producción de carne de bovino

La explotación de bovinos para carne, constituye una de las actividades fundamentales del subsector pecuario nacional. Durante los años 70's e inicio de los 80's, la carne del porcino fue la de mayor producción, llegando a aportar hasta el 49% en los años 83-84, como un reflejo de la tecnificación de las explotaciones y por el crecimiento de la demanda a expensas principalmente de la carne de bovino. Es a partir de este tiempo, cuando la carne de porcino sufre una marcada depresión, como consecuencia de la suspensión de apoyos gubernamentales a través del grano y una contracción en el poder adquisitivo de la población, la falta de una integración de los productores para la compra de sus insumos los lleva a una caída en la producción de la

carne; al mismo tiempo, esta caída de producción de carne de cerdo fue sustituida por incrementos en la producción de carne de bovino y de ave, siendo esta última, la que ha continuado con el mayor crecimiento en la presente década, debido principalmente al bajo precio de la misma.

Los patrones culturales de consumo de productos cárnicos han hecho que la carne de ganado bovino sea el eje ordenador de la demanda y de los precios del resto de las carnes; el consumidor mexicano ha elaborado tradicionalmente la mayoría de sus alimentos con carne de bovino, como lo representa su gran variedad de platillos; sin embargo en los últimos años, factores de salud y los económicos han propiciado los cambios de los hábitos en el consumo, ya que actualmente en el núcleo familiar, la pareja tiene que participar activamente en el ingreso familiar, por lo que se tiende a consumir platillos que sean poco elaborados, de rápida cocción y de más bajo costo.

De acuerdo a la producción ganadera de bovinos nacional en el año 2002 la región que ocupó el primer lugar en la producción de carne de ganado bovino fue el trópico húmedo con un 27.99% de la producción total nacional, el segundo lugar correspondió a la región árida y semiárida que participo con un 26.47%, la región templada ocupó el tercer lugar con una participación del 25.22% y finalmente la región de trópico seco, la cual participó con un 20.31% (SAGARPA, 2002).

En nuestro país, para el año 2002, se produjeron 1,467,574 toneladas de carne bovina en canal, siendo los principales productores por orden de importancia los estados de: Veracruz, Jalisco, Chiapas, Sonora, Sinaloa, Chihuahua, Durango(SAGARPA, 2002).

Cuadro 2. Los diez estados con mayor número de producción en toneladas de carne en canal durante el año 2002.

Estado	Región	Toneladas	Porcentaje
Veracruz	Sur	212,444	14.48
Jalisco	Centro	180,438	12.29
Chiapas	Sur	92,698	6.32
Sonora	Norte	75,321	5.13
Sinaloa	Norte	74,590	5.08
Chihuahua	Norte	65,970	4.50
Durango	Norte	62,486	4.26
Baja California	Norte	53,362	3.64
Tabasco	Sur	53,256	3.63
Tamaulipas	Norte	50,290	3.43

Fuente: Anuario estadístico de la producción pecuaria de los Estados Unidos Mexicanos 2002. Servicio de información y estadística agroalimentaria y pesquera.

2.1.4 Promedio nacional del peso del ganado en pie

En el año 2002, en nuestro país se obtuvo un promedio nacional del peso del ganado en pie de 392 kilogramos, siendo los principales estados productores de ganado en pie: Baja California, Colima, Campeche, Sinaloa, Veracruz, Querétaro y Jalisco (SAGARPA, 2002).

Cuadro 3. Los diez estados con mayor peso promedio en kilogramos de ganado en pie durante el año 2002.

Estado	Kilogramos promedio de ganado en pie
Baja California	447
Colima	442

Campeche	440
Sinaloa	431
Veracruz	429
Querétaro	429
Jalisco	424
Hidalgo	418
México	413
Puebla	412

Fuente: Anuario estadístico de la producción pecuaria de los Estados Unidos Mexicanos 2002. Servicio de información y estadística agroalimentaria y pesquera.

2.1.5 Promedio nacional de peso en canal

En el año 2002 se obtuvo un promedio nacional de peso en canal de 205 kilogramos, obteniendo mayores pesos en canal los estados de Baja California, Querétaro, Hidalgo, Veracruz, Colima, Campeche y México (SAGARPA, 2002).

Cuadro 4. Los diez estados con mayor peso en kilogramos promedio de carne en canal durante el año 2002

Estado	Kilogramos promedio de canal
Baja California	251
Querétaro	239
Hidalgo	229
Veracruz	226

Colima	224
Distrito Federal	224
Campeche	218
México	217
Puebla	217
Jalisco	216

Fuente: Anuario estadístico de la producción pecuaria de los Estados Unidos Mexicanos 2002. Servicio de información y estadística agroalimentaria y pesquera.

2.2 Infraestructura industrial para el sacrificio de bovinos

El sacrificio de ganado bovino se realiza principalmente en rastros municipales, aunque, en los últimos años se ha visto una tendencia al incremento de sacrificio en rastros Tipo Inspección Federal (TIF). El avance ha sido paulatino, debido principalmente a que los costos de sacrificio por animal en los rastros municipales es menor en un 30-50% que en los rastros TIF. Las principales ventajas de sacrificio en plantas TIF son el estricto control sanitario, las prácticas humanitarias de sacrificio y la presencia de cadena de frío para el transporte de la carne. Sin embargo, el mayor costo trae como consecuencia que la infraestructura de sacrificio de los rastros TIF (con línea de bovinos) solo sea utilizada en un 45-50%, la cual tiene capacidad para cubrir el 45% del total de animales sacrificados en el país.

Los aproximadamente mil rastros municipales, han reducido el número de sacrificios a lo largo de la última década en un promedio anual de 1%. La situación no es exclusiva de este tipo de rastros; los TIF también han tenido una disminución promedio por año de 2.14%. En general, los rastros municipales han sufrido disminuciones moderadas en el número de sacrificios, en tanto que los TIF han resentido una mayor contracción (AMEG, 2003).

En México, durante el año 2002 se sacrificaron un total de 7,111,997 cabezas de animales, siendo los estados de mayor sacrificio Veracruz, Jalisco, Chiapas, Sonora, Durango, Sinaloa, Chihuahua (SAGARPA, 2002).

La infraestructura industrial para el procesamiento de bovinos en México, por su nivel tecnológico se clasifica en tres tipos de instalaciones:

- a) Rastros municipales, que son administrados por las autoridades municipales y supervisadas por la Secretaría de Salud.
- b) Establecimientos Tipo Inspección Federal (TIF), administrados por personas físicas o morales de carácter privado u asociaciones y supervisados por la Secretaría de Agricultura, Ganadería Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, SAGARPA.
- c) No autorizados. Son mataderos que abastecen de carne de res u otras especies a las comunidades rurales y que funcionan en determinados días de la semana y los rastros clandestinos que funcionan en las áreas conurbadas de las ciudades; obviamente no son supervisados por ninguna autoridad además de carecen de condiciones mínimas para su funcionamiento.

2.2.1 Rastros Municipales

En la Constitución Política mexicana se establece que para asegurar el abasto higiénico de la carne a la población, cada municipio debe de contar con su rastro. Se estima que actualmente existen cerca de 1,150 rastros municipales donde se sacrifican bovinos; de estos, la mayoría tienen más de 50 años y solo alrededor de 90 (menos del 8%) cumplen con los requerimientos para el proceso y manejo de la carne (FIRA, 1999).

Siete de cada diez cabezas de los bovinos sacrificados en las instalaciones autorizadas en todas las regiones son procesadas en los rastros municipales, debido

principalmente a que las cuotas de maquila que cobran son muy bajas; esto es posible porque los municipios cubren los costos de agua, electricidad, mantenimiento, etc. En la mayoría de estos casos, los métodos de sacrificio son obsoletos por que carecen de la infraestructura necesaria; la matanza se realiza en condiciones indeseables de higiene y salubridad, tanto de los operarios como de los edificios; las canales y vísceras se manejan en caliente por parte de los carniceros o introductores y se transportan a las carnicerías o mercados públicos en vehículos abiertos, con los problemas que tal situación puede acarrear. Por su antigüedad, la mayor parte de estos rastros se ubican ahora en las áreas urbanas de las cabeceras municipales y generan contaminación del aire y a la red de drenaje, por citar algunos ejemplos (FIRA, 1999).

El comportamiento del sacrificio de bovinos en rastros municipales en los años 1998-99, mostró una tendencia a aumentar en la región templada con participación promedio de 51% y la árida y semiárida con el 25%, ambas ubicadas en el centro y occidente del país, donde también se concentra la mayor parte de la población (INEGI, 2001). La región del trópico húmedo y seco mostró una tendencia a la baja durante los años 1998-99 con una participación promedio del 24% (INEGI, 2001).

Cuadro 5. Rastros municipales por región y estado con mayor número de sacrificio

Región sur trópico húmedo y seco

Estado	Ciudad	Rastro
Veracruz	Veracruz	Comercializadora e Industrializadota Agropecuaria
	Tihuatlán	Unión Ganadera Regional del Norte de Veracruz.
Chiapas	Tapachula	Rastro municipal de Tapachula
Tabasco	Villahermosa	Rastro Estatal

Región norte árida y semiárida

Estado	Ciudad	Rastro
Sonora	Hermosillo	TIF 70 Hermosillo
Sinaloa	Mazatlán	Rastro Municipal Rafael Dominguez
Chihuahua	Hidalgo del Parral	Rastro Municipal de la Presidencia de Parral
Tamaulipas	Victoria	Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UAT
Baja C. N.	Ensenada	Rastro Municipal de Ensenada
Durango	Gómez Palacio	Rastro Municipal Ernesto Herrera Zavala

Región centro templada

Estado	Ciudad	Rastro
Jalisco	Guadalajara	Rastro Municipal de Guadalajara
	Zapopan	Rastro Municipal
Aguascalientes	Sn. Fco. de los Romos	Frigorífico y empacadora
Querétaro	Querétaro	Rastro Municipal de Querétaro

2.2.2 Sacrificio en establecimientos Tipo Inspección Federal (TIF)

Para obtener el registro como instalación TIF, las construcciones e instalaciones, equipos y servicios auxiliares, destinadas al procesamiento e industrialización de la carne y productos cárnicos deben atender las disposiciones establecidas en la Ley de la Industrialización Sanitaria de Carne, su Reglamento y normatividad. El sacrificio de bovinos en México se efectúa en condiciones de competitividad internacional solamente en los rastros TIF (FIRA, 1999). Existen 39 plantas TIF para el sacrificio de bovinos y con una capacidad instalada para el sacrificio de 2.9 millones de cabezas. En 1995 este volumen fue de 1.32 millones de cabezas (45% de la capacidad instalada), disminuyendo para el año de 1997 a 1.29 millones de cabezas (44% de la capacidad instalada) manteniéndose constante en los años posteriores. En el año 2001 se sacrifico un total de 1.2 millones de cabezas en rastros TIF, representando un 41% de su capacidad instalada (Trueta, 2003).

La región árida representa el 46% de la capacidad instalada de sacrificio en plantas TIF, le sigue en importancia el trópico húmedo con el 28%, el trópico seco con el 17% y la templada con el 8% (FIRA, 1999).

Cuadro 6. Plantas de Sacrificio TIF por región y estado con mayor número de sacrificio.

Región trópico húmedo y seco

Estado	Ciudad	Rastro
Veracruz	TIF 72	Unión Ganadera del Norte de Veracruz
	TIF 101	Frigorífico de la Cuenca del Papaloapan U.S.P.R.
	TIF 102	Frigorífico y rastro del sureste de Veracruz S.P.R.
	TIF 108	Rastro frigorífico de la Unión Ganadera del Norte
Chiapas	TIF 53	Sociedad cooperativa de consumo agropecuario
	TIF 78	Frigorífico del Sureste
	TIF 173	Frigorífico y empacadora maya
Tabasco	TIF 51	Frigorífico y empacadora de Tabasco

Región árida y semiárida

Estado	Ciudad	Rastro
Sonora	TIF 62	Carnes Genpro S.A. de C.V.
	TIF 66	Frigorífico agropecuario Sonorense
	TIF 67	Alimentos Grole S.A. de C.V.
	TIF 70	Planta TIF de Hermosillo
	TIF 228	Corrales de engorda del destrito de Altar S.A. de C.V.
Sinaloa	TIF 99	FAPSA asociados S.A. de C.V.
	TIF 111	Ganadería Integral VIZUR S. de R.L. de C.V.
Chihuahua	TIF 55	Empacadora ganadera de Chihuahua
	TIF 98	Empacadora y ganadera de Camargo S.A. de C.V.
	TIF 191	Rastro municipal de Cd. Cuahutémoc Chihuahua
Durango	TIF 65	Empacadora y frigorífico de la unidad ganadera
Baja C. N.	TIF 120	SuKarne producción S.A. de C.V.
	TIF 301	Procesadora de carnes del Norte.
Tamaulipas	TIF 21	Empacadora Internacional S.A. de C.V.
	TIF 195	Frigorífico y empacadora “Rodolfo Mariñón”.
	TIF 299	Compañía ganadera VI-BA Hnos. S.A. de C.V.

Región Templada

Estado	Ciudad	Rastro
Jalisco	TIF 31	Empacadora y ganadera de occidente S.A. de C.V.
	TIF 61	Frigorífico de Chapala S.A. de C.V.
Querétaro	TIF 338	Distribuidora de carnes del bajío
Aguascalientes	TIF 45	Empacadora de carnes de la unidad ganadera

2.3 Evaluación de canales de bovino

2.3.1 Importancia de la evaluación

La descripción de las canales comenzó a ser un tema importante para los gobiernos desde el momento en que los mercados nacionales e internacionales se extendieron más allá de sus fronteras. En un inicio, muchas de las instituciones dedicadas a esta tarea se instituyeron principalmente como meras oficinas reguladoras del sacrificio de los animales y no estaban dedicadas al estudio de las características de la canal (Gatillier *et al.*, 2005). Históricamente, la evaluación de las canales ha sido dominada por el tamaño y la forma de estas y no por la composición, rendimiento y calidad.

El éxito de los procedimientos de mercadotecnia para lograr una mejora de la composición de la canal depende en última instancia de tres factores. Primero, de la exactitud con la cual la composición de la canal puede ser medida bajo circunstancias comerciales (evaluación de la canal). Segundo, de la diferencia entre precios aplicados a los diferentes tipos de canales (grados). Tercero, de la interacción de los tipos de canales y la diferencia de precios con otros factores que afectan los beneficios finales de la producción de carne. Cross y Savell (1994) señalaron que un sistema de mercado basado en el valor del producto era crítico para la buena salud de la economía de la industria de la carne. Jensen (1991) señaló que tanto composición como calidad debían incorporarse a la estructura del sistema que pone precio a las canales si realmente las demandas de los consumidores se van a comunicar adecuadamente a los productores de ganado.

La valoración de las canales es importante en todas las etapas de la cadena comercial de la carne (desde el rancho al lugar de venta). El ganadero produce animales en función de su sistema de producción y su tipo de ganado, buscando tener el mayor beneficio vendiendo el ganado que tiene más demanda en el mercado. El mayorista y/o empacador compra el ganado de los productores y tiene que buscar aquel

animal que va a satisfacer al detallista. El detallista o procesador tiene que vender cortes de carne con un tamaño adecuado, con buena apariencia y con una composición al corte que satisfaga al consumidor, además de tener una estimación de la cantidad de carne que puede obtener de una canal. Realmente, la responsabilidad de mejorar o al menos facilitar las mejoras en la eficiencia de la cadena en la carne recae en las organizaciones gubernamentales que manejan los esquemas de evaluación de canales y quienes están más involucrados con los reportes de los precios y apoyos al mercadeo.

Además de su papel en valorar las canales, la evaluación tiene otros usos importantes. Los programas de selección necesitan de la evaluación para identificar los animales que son más valiosos como pie de cría para unas futuras generaciones. La evaluación de las canales es también necesaria en los experimentos para determinar la eficiencia relativa de los diferentes animales durante los estadios de crecimiento y cómo estos se afectan por la nutrición y por otros factores ambientales. En muchos casos, las características de las canales han de estudiarse en los animales en vivo.

Una de las ventajas de mayor repercusión de la evaluación de canales recae en el concepto denominado Mercado Basado en el Valor. Esto quiere decir que usando la evaluación de canales se favorece el pago adecuado (premio o castigo) a los productores, así a los ganaderos que mejor ganado produzcan (ya sea a base de genética, alimentación, manejo, etc.) se les premiara y a los que produzcan ganado no demandado por el mercado no se les favorecerá (Cross y Savell 1994). Por ejemplo, hace algunos años se investigaron las tendencias en el consumo de carne de los EE. UU., y se descubrió que el consumidor demandaba carne sin grasa. Esto llevo a los procesadores estadounidenses a hacer recortes de grasa hasta de un 27%, lo que resulto en un éxito para la industria cárnica norteamericana. Sin embargo, los procesadores se encontraron en una disyuntiva, o ellos tenían que recortar la grasa o adquirirían canales

sin grasa recortable (las cuales serian premiadas con un extra, castigando a las que más grasa tuvieran). La iniciativa de los engordadores se dirigió a buscar (genéticamente) ganado que tuviese marmoleo pero no grasa subcutánea (recortable).

Como ya se ha dicho anteriormente, la evaluación de las canales es fundamental para predecir la composición y el valor comercial. Esto significa el encontrar el mejor trato entre exactitud y costo. En este aspecto han surgido muchos métodos de evaluación que se pueden clasificar en dos fundamentalmente: métodos subjetivos y objetivos. En muchos casos, los métodos subjetivos son los más útiles por la imposibilidad de usar instrumentación. Sin embargo, la subjetividad es causante de la desconfianza de los miembros de la cadena, por lo que la necesidad de encontrar métodos objetivos fuera de la influencia del humano es de vital importancia para la continuidad de los sistemas de evaluación.

En resumen, la evaluación de las canales es una herramienta que la industria de la carne tiene para verificar la calidad de la producción ganadera de un país, pues el estudio de la cantidad de carne que se obtiene de una canal y la calidad de esta dan la información necesaria para detectar los tipos de producción que son más eficaces (López y Rubio 1998; Kirton, 1989). En general, la evaluación de canales facilita un lenguaje común entre mercados y provee un instrumento para expresar y compara precios; por lo tanto, mejora la comercialización de la carne, pues hace eficiente la relación existente entre un buen productor y un consumidor exigente (López y Rubio 1998; Kirton, 1989).

2.3.2 Tipos de Evaluación

Los sistemas de evaluación de canales buscan la predicción de la calidad y rendimiento de la canal en base a la medición (objetivas o subjetivas) de las

características de la canal que están correlacionadas (comprobado científicamente) con la calidad y el rendimiento (Kempster 1990).

Hay dos diferentes sistemas de evaluación. Un sistema se encarga de crear unos grados o niveles con especificaciones particulares basadas en los atributos de las canales que caen en ese grado, este sistema se llama de grados. El otro sistema consiste en la definición o caracterización de la canal con símbolos o nombres que no involucren la calidad, basándose en atributos informativos (sexo, edad, peso de la canal y otras mediciones), este sistema se llama clasificación.

Los principios de la gradación se centran fundamentalmente en encontrar la mejor calidad organoléptica. En el grado de mejor calidad se excluyen todas las canales con carne que pudiera considerarse de una calidad inferior. Esto llevó a que la edad de sacrificio de los animales variara enormemente, puesto que la carne de animales más viejos es más probable que sea más dura que la de animales más jóvenes. También, la grasa de la canal se ha relacionado con mejor calidad de carne. Por lo tanto, siempre se eliminan de los mejores grados aquellos animales que tengan una edad excesiva, que tengan un grado inadecuado de engrasamiento y que tengan una forma que sugiera que ese animal sufrió etapas de pobre crecimiento o que estuvo bajo un régimen de producción que le produjo fluctuaciones en el peso muy frecuentes. Así que los grados más altos se dejaron para los animales que eran más jóvenes, de adecuado engrasamiento, y las mejores razas. Aunque en los mejores grados había una relativa homogeneidad, los otros grados tenían gran inconsistencia, pues ahí se agrupaban toda clase de animales. Así el reto sigue siendo establecer grados lo más homogéneos posibles.

Hasta ahora, no obstante, 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 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 (Kempster 1990). Los grados de conformación son obligatorios en el sistema EUROPEO, que se basa en la estimación externa de la grasa de cobertura (reglamento CEE 2237/91).

Por lo tanto, ya que los diferentes tipos de carnes son preferidos en diferentes mercados, el sistema de grados probablemente no tenga el mismo significado de calidad en los diferentes mercados. Por ejemplo, la carne de alta calidad en Japón es sinónimo de carne muy engrasada, mientras que en Suecia la carne con pequeñas cantidades de grasa es la preferida. Johnson y Ball (1989) marcaron que el hecho de ser de alguna raza o cruce es más apropiado para algunos mercados en particular. Así, un sistema en orden que tenga un mismo significado se usará alrededor del mundo, por lo que la clasificación puede ser usada mejor que un grado, ya que es posible describir objetivamente las características de la carne (Shorthose 1989).

Los principios de la clasificación se basan en la descripción de la canal usando un lenguaje común, el cual es entendido por todos los miembros de la cadena de mercados, el cual no impone un valor económico a la canal. El lenguaje envuelve características (de rendimiento y de reacciones de los consumidores) que se sabe son relevantes para los involucrados en la industria. La esencia de la clasificación es que al ser solo descripción, no hay mejores ni peores canales. Por ejemplo, si para un determinado mercado la carne sin grasa no es lo mejor, esa misma canal puede ser lo que otro mercado considere la mejor calidad, de esa manera el industrial siempre gana, pues hay mercados para todos los tipos de canales.

La valoración de los atributos de la canal es compleja, y normalmente un acercamiento simple o el conjunto de varios criterios quizás no sea suficiente para

cumplir con todos los objetivos a cubrir en los diferentes mercados sin olvidar la rentabilidad económica. Se han desarrollado muchas técnicas que aunque no sean muy exactas si son convenientes pues son baratas y practicas. En función a esto y otros factores importantes, cada país desarrolla un sistema diferente. Para desarrollar un sistema de evaluación hay que considerar varios factores:

1. Las características de la población consumidora de carne.
2. La estructura del mercado.
3. El tipo de ganadería nacional.
4. El tipo de producción ganadera en el país.

La elección de un buen sistema de evaluación también debe considerar el equilibrio

del costo económico y la precisión de las medidas.

Los sistemas de evaluación de canales a nivel mundial difieren según las particularidades de cada país. No todos los países producen el mismo tipo de ganado. Hay países como México donde la población de ganado autóctono es muy significativa, otros países como USA o Japón tienen una producción de ganado mejorado mayoritaria, por lo tanto el sistema de clasificación debe ser específico para cada país conforme la población ganadera de cada nación. Además no todos los mercados son iguales. Hay mercados que comercializan canales enteras, mientras que otros comercializan cortes. Por lo tanto es factible que en un futuro muy cercano, el sistema de clasificación tendrá que funcionar obedeciendo a los requerimientos de los procesadores e incentivando a los productores que generen las mejores canales.

2.3.3 Atributos usados en la evaluación de canales

Son diversas las características medidas en la canal para predecir calidad y rendimiento. Cada país que dispone de un sistema, ha seleccionado los atributos que mejor resultado han mostrado al predecir la calidad y rendimiento de las canales.

Para los estadounidenses los factores fundamentales relacionados con la calidad de la carne son aquellos que están relacionados con la juventud del animal (Leach y Akers 1972), la grasa intramuscular (marmoleo en la 12-13 costilla) y la firmeza de la carne. Los grados que oficialmente se califican son los Prime y los Choice, solo unos pocos de Select y muy pocos de los otros grados. Los Prime van a los restaurantes más caros, Choice y Select son los que normalmente se usan en las tiendas comerciales y las canales que de los demás grados van a las plantas procesadoras de alimentos de carne, como hamburguesas, perros calientes, etc. Con respecto al rendimiento las características medidas son el grosor de la grasa subcutánea (12-13 costilla), el porcentaje de grasa interna, el área de la chuleta (12-13 costilla) y el peso de la canal caliente. Dichos factores se introducen en una ecuación que nos dará la cantidad de carne que la canal posee.

En Japón, los factores medibles son muy parecidos, con respecto a la calidad se usan marmoleo, color y brillo de la carne, firmeza, textura y color de la carne y calidad de la grasa. Con respecto al rendimiento, los factores medibles son muy similares: área de la chuleta (6-7 costilla) en cm^2 , profundidad de la costilla en cm, espesor de la grasa subcutánea en cm, peso de la media canal izquierda kg en frío (Japan Meat Grading Association 1998). En esencia son iguales pero sin embargo, se miden en otro lugar de la canal diferente al sistema de EE. UU. Además el sistema japonés de gradación utiliza el peso de la media canal izquierda en frío en comparación a la canal caliente.

Sin embargo, en el continente Europeo, las canales se describen en función al engrasamiento y a la conformación. Esencialmente son muy diferentes pues las canales

son muy distintas a las de los EE. UU. o a las de Japón. Las canales en EE. UU. por ejemplo son en su mayoría canales con una extensa y tupida cobertura grasa, lo cual imposibilita la visión de la conformación real del animal, por lo que dichos países no usan la conformación como un factor importante para predecir rendimiento. Sin embargo, en muchos países Europeos las canales muestran claramente su conformación al no estar tan engrasadas, y además se ha comprobado que dicha conformación es esencial para predecir el rendimiento de la canal.

No hay otro sistema de gradación en el mundo que más haya influenciado a la industria cárnica que el establecido en los EE. UU. Este país tiene una industria de la carne con gran impacto, donde la mayor parte de los animales se evalúan y se venden a precios diferenciales en función del grado obtenido. Sin embargo, en la mayoría de los países europeos a pesar de la existencia de los sistemas de evaluación, los animales son usualmente vendidos en función del peso. En Francia, la evaluación es obligatoria desde 1974, aunque el desinterés ha llevado a la no utilización de ésta. El sistema es diferente para animales viejos y jóvenes, aunque al final existe poca diferencia en precios entre viejos y jóvenes. En Alemania existe un sistema de gradación obligatoria desde 1969, la cual está vigente actualmente en los mercados. Por último, en Inglaterra la mayoría de los animales viejos van para procesado y la evaluación existente es para los animales jóvenes. En general, el punto de vista europeo está ahora dominado por una política comunitaria, existiendo un trabajo conjunto para la creación de un sistema común para todos los países europeos.

Aunque en diferentes países se tienen diferentes sistemas de grados/clasificación de canales, existen algunos criterios comunes a todos los sistemas.

En México se cuenta con la norma NMX-FF-SCFI-078-2002, para la cual 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 (NMX-FF-SCFI-078-2002).

En Canadá se determina el rendimiento utilizando una puntuación para la medida de grasa subcutánea y la puntuación muscular; ambas son variables de una ecuación donde se obtiene el porcentaje de carne sin hueso y sin grasa. Para determinar calidad, se utiliza la madurez de la canal, la muscularidad y la firmeza y color de la carne, la cobertura grasa, el color de la grasa y el marmoleo (The Canadian Beef Grading Agency, 1996).

En general, los atributos se dividen en dos grandes grupos, las variables de engrasamiento y las variables de muscularidad.

2.3.3.1 Medidas de engrasamiento

La grasa es el factor que siempre está considerado cuando se elabora un sistema de clasificación de canales. Los dos depósitos de grasa más fácilmente medibles son la grasa del riñón, pelvis, corazón y la subcutánea. La medición de estos dos depósitos de grasa son utilizados por el USDA en la clasificación de rendimiento para predecir la composición de las canales de ganado de res. Los países europeos consideran que el nivel de engrasamiento subcutáneo y la distribución de esta son factores importantes para determinar el rendimiento de la canal. Otros sistemas de evaluación, miden escrupulosamente la grasa subcutánea y estiman la grasa interna. A continuación se discute como cada una de las grasas medibles influyen en el rendimiento y calidad.

a. Grasa subcutánea o externa. Este depósito de grasa se encuentra directamente ligado a la cantidad de grasa que tiene que ser recortada de los cortes que son fabricados para mayoreo o menudeo. Según el país, la grasa subcutánea se mide en diferentes lugares de la canal. En los EE. UU. el lugar para medir esta grasa es entre la 12a y 13a costilla, a tres cuartos de la distancia del eje largo del músculo *Longissimus dorsi* (ribeye) desde la línea media. La grasa es medida por un clasificador de carne de USDA con una regleta o por evaluación visual para obtener el grosor actual de la grasa. No obstante, la clasificación de rendimiento del USDA requiere que se utilice un grosor de grasa ajustado. Este grosor de grasa ajustado es utilizado para considerar la variación de la cantidad de grasa que es depositada en otras regiones de la canal además de la unión de la costilla y el lomo. Esta variación es más obvia cuando se comparan canales de novillos versus las canales de las vaquillas. Las vaquillas tienden a depositar más grasa que los novillos sobre las áreas del lomo y el anca, así como el hecho que ellas tendrán grasa depositada en el área del costado (en la ubre). La mayoría de las canales en EE. UU. tendrán un valor de grasa ajustado, para arriba o abajo, del valor actual que es medido.

b. Grasa de riñón, pelvis y corazón. Este depósito de grasa se encuentra relacionado directa e indirectamente con la cantidad de grasa que será recortada durante el proceso de fabricación y cuando se preparan cortes para mayoreo y menudeo. También, la cantidad de grasa del riñón, pelvis y corazón esta relacionada con la cantidad de grasa intermuscular presente en la canal. No existe una medida directa real de la grasa intermuscular presente en la canal, pero diferentes estudios han demostrado que la grasa interna se encuentra altamente correlacionada a la grasa intermuscular.

c. Grasa intramuscular o marmoleo. Este depósito graso ha sido relacionado con la calidad de la carne. Cuanto mayor es el porcentaje de grasa intramuscular mejor

es el nivel de satisfacción del consumidor (Cross y Savell 1994). El marmoleo ha sido correlacionado con la terneza a través de cuatro teorías (Cross y Savell 1994). Dichos autores señalaron dos límites (mínimo y máximo) de grasa intramuscular para obtener la satisfacción más elevada de los consumidores. EL nivel mínimo es de 3.6 y el máximo es de 7 %. Dichos porcentajes señalan que por debajo de 3.6 y por encima de 7 % de grasa la carne no es aceptada tan fácilmente por los consumidores.

2.3.3.2 Medidas de muscularidad

Al igual que las referencias sobre el nivel de engrasamiento de la canal, se requiere de alguna referencia de la muscularidad. Algunos países evalúan con estándares la conformación de las canales y otros miden el área de la costilla (en diferentes puntos según el país). Existe mucho desacuerdo alrededor del mundo en relación al mejor método para estimar esto. Los sistemas de evaluación de canales en Europa y Australia usan ya sea la musculatura total de la canal (Europa) o la forma del anca (Australia) como medida de musculatura. Investigadores en los EE. UU. han encontrado que el área de carne magra en el músculo del ojo de la costilla a la altura de la 12a-13a costilla es el mejor predictor de la composición que las medidas subjetivas de conformación o forma. Una razón principal para esto es que el ganado de carne de los EE. UU. es alimentado con granos y por lo general son más gordos que los que se producen a base de pasto. Con una mayor cantidad de grasa subcutánea en la superficie de las canales, una evaluación correcta de la forma o musculatura de una canal se vuelve algo más difícil de hacer. Lo que también vuelve este proceso un poco menos exacto es que canales más gordas tendrán más grasa intermuscular entre los músculos que canales más magras. Algunas veces esta forma y grosor se ve influenciado a mayor grado por la grasa en lugar del músculo. Utilizando clasificaciones de musculatura para

valorar el músculo en una canal se puede hacer mejor cuando las canales son relativamente magras. El área de ojo de costilla es medido (reportado en pulgadas cuadradas) con una regla plástica de puntos o por estimación visual por un valuator de carne del USDA. Mientras más grande sea el área del ojo de costilla, mayor será la cantidad de músculo que se encontrara en la canal. Como es de esperar, canales de ganado de razas inglesas o cruza de inglesas tendrán un promedio de áreas de ojo de costilla (de 11 a 13 pulgadas cuadradas), canales de ganado de razas europeas o cruza de europeas continentales tendrán áreas de ojo de costilla mayores (de 12 a 17 pulgadas cuadradas) y canales de tipo lechero, principalmente Holstein, tendrán áreas de ojo de costilla pequeñas (de 9 a 11 pulgadas cuadradas). Estas diferencias en las áreas de ojo de costilla están directamente relacionadas a la composición esperada de estos tres grupos de ganado, con el tipo europeo continental teniendo la mayor, el tipo ingles el intermedio y el Holstein el más bajo.

2.3.4 Factores que afectan a las características de la canal

2.3.4.1 Raza

El estudio sobre las diferentes razas ha sido un atractivo campo para los científicos de la carne. Las razas de maduración tardía producen canales con 50% menos grasa y más tiernas que las de maduración temprana (Wheeler *et al.*, 1989). La carne del Angus es de mejores características sensoriales que la de Charolais cuando los animales se mantienen a bajos pesos corporales (Aberle *et al.*, 1981). Se ha comprobado que la fuerza de corte aumenta y la terneza medida por un panel sensorial decrece a medida que el porcentaje de Brahman aumenta en animales cruza (Johnson *et al.*, 1989). Cuando existe la mitad o más de proporción Brahman en un animal disminuye el porcentaje de grasa en músculo, sin embargo, no se han encontrado

diferencias en humedad, colágeno total o soluble entre animales de diferente proporción en Brahman (Johnson *et al.*, 1989).

En cuestión de rendimiento, la raza Holstein crece más rápida y más eficientemente alcanzando el peso de sacrificio a menor edad que la raza Hereford (García de Siles, 1977). En este mismo estudio se comprobó que las canales de Holstein eran más pesadas que las de los Hereford, sin embargo este último tuvo mayores costillares y mayores lomos sin recortar, y unas áreas de lomo mayores. En lo referente a calidad, las canales provenientes de animales Hereford obtuvieron mejores puntuaciones para el sabor y el marmoleo y además las Holstein tenían músculos más largos, aunque los del Hereford fueron más oscuros (García de Siles, 1977). En otro estudio entre Hereford y Charolais se observó que el Hereford tuvo más grasa subcutánea y menos grasa de riñonada que las demás.

Adams *et al.*, (1977) hicieron un estudio comparativo entre diversas razas europeas (inglesas, francesas y suizas), y en general, los cruces de Hereford x razas inglesas fueron más rasos y de mayor rendimiento que los cruces de Hereford x razas francesas. Los cruces de Hereford x razas suizas (Brown Swiss), resultaron similares a los cruces con las inglesas, el cruce con Simmental resultó más parecido a las canales de cruces franceses. Sin embargo, no se observó diferencia alguna en características sensoriales como el sabor, aroma, ternera (panel de evaluadores) o fuerza de corte entre las diferentes razas.

En los últimos años se ha despertado un especial interés en la descripción de las diferencias entre los dos grandes troncos *Bos taurus* y *Bos indicus* (Wheeler *et al.*, 1990a). Los descubrimientos principales han consistido en que las razas que provienen del *Bos indicus* (Brahman y cruce HxB) poseen las características de animales de carne más dura desde el punto de vista objetivo y subjetivo de la medida de ternera. En un

estudio posterior, Wheeler *et al.*, (1990b) estudiaron la actividad del sistema proteolítico postmortem y encuentran una posible explicación a las diferencias entre razas anteriormente. Las proteasas (CDP-I) que tienen una participación más activa en la degradación postmortem, poseen mayor actividad en el ganado Hereford, lo cual llevaría al músculo a un incremento en la intensidad de la degradación. También observaron, que la actividad del inhibidor es mucho mayor en el ganado Brahman, esto significaría una mayor inhibición de las mencionadas proteasas, con lo que habría menos degradación del músculo. Basándose en estos resultados, se explica el conocido hecho de que el ganado *Bos indicus* es de carne más dura que el ganado procedente del tronco *Bos taurus* (Crouse *et al.*, 1989; Johnson *et al.*, 1990a; Wheeler *et al.*, 1990b; Sherbeck *et al.*, 1995).

Las razas de carne se pueden dividir según su calidad (suavidad, jugosidad y sabor) en razas de primera, segunda y tercera. Algunas razas que producen carne de primera (Aberdeen Angus, Charolais, Hereford y Shorthorn), las que producen carne de segunda son las cruzas de las anteriores con Cebú (Santa Gertrudis, Brangus y Charbray) y las que producen carne de tercera son (Cebú y Criolla).

2.3.4.2 Peso de la canal

Son muchos los estudios que apuntan la correlación entre peso de la canal en sus diferentes variaciones y el rendimiento de la misma. Ahora bien no todos los sistemas de evaluación a nivel mundial usan la misma referencia de peso para determinar el rendimiento. Hay países que usan la media canal izquierda fría, otros usan el peso de la canal en caliente, otros en frío. Cada país investiga y determina el peso que les resulta en mejores predicciones y ese lo incorporan a la ecuación de predicción que todo

rendimiento conlleva. Según Kirton (1989), el peso de la canal es la medición más simple y representa un parámetro muy significativo en el aprovechamiento de la canal para elaborar productos cárnicos.

Para los EE. UU. es el peso de la canal caliente el más conveniente para predecir rendimiento. El peso oficial de la canal (según el Departamento de Agricultura de los EE. UU. USDA) es aquel que es tomado inmediatamente después del faenado y antes del congelamiento (referido como “peso caliente de canal”). La relación entre el peso de la canal caliente y la composición del ganado de carne es que mientras las canales sean más pesadas, más será la posibilidad que sean canales engrasadas. Esto es porque el ganado cuando llega a cierto punto de su curva de crecimiento el músculo y el hueso deja de crecer y la deposición de grasa se aumenta. Aunque el ganado de diferentes razas tiene diferentes puntos de madurez y diferentes pesos de madurez a los cuales acontecerán diferencias en su composición, en general, canales más pesadas serán más gordas que canales livianas provenientes del mismo grupo genético y del mismo grupo de la clase y sexo. En el sistema de clasificación de rendimiento del USDA, canales pesadas, especialmente aquellas sobre los 363 Kg., son afectadas negativamente en relación a su grado de rendimiento.

2.3.4.3 Edad del animal

La edad del animal se incluye debido a las experiencias que se han tenido con respecto a la dureza de la carne dependiendo de algunos tipos de animales. Los animales jóvenes presentan carne más tierna y tienen un sabor poco pronunciado, sin embargo, en carne de bovino hay algunas etapas de desarrollo en donde la diferencia no es muy clara, como por ejemplo entre los 12 y 18 meses de edad (Purchas *et al.*, 1989). La edad se incluye como un factor grado/clasificación en algunos países y es basado

usualmente en la presencia o ausencia del número apropiado de pares de dientes incisivos permanentes o cartílago por osificación en lugares específicos (vértebras), al igual que por el color, forma de las costillas y de color de la carne. Esto representa una gran utilidad para el ganadero, ya que hay verdaderamente diferencias entre una vaquilla y una vaca respecto al precio por kilogramo del peso de la canal.

A través de los años se han hecho numerosos estudios para comprobar la influencia de la edad sobre la calidad de la carne. En general, la terneza de la carne disminuye al incrementar la edad del animal (Goll *et al.*, 1963; Herring *et al.*, 1967). La pérdida de la solubilidad del colágeno es el factor que más afecta en el incremento de la dureza de la carne con la edad del animal (Herring *et al.*, 1967). En general, la cantidad total de colágeno no cambia con la edad, pero la proporción de colágeno soluble disminuye con el envejecimiento del animal (Cross y Carpenter, 1973). El estudio realizado por Berry *et al.*, (1974) demuestra la tendencia al incremento en la dureza de la carne con el aumento de la edad. El aspecto bioquímico detrás de la disminución de la solubilidad del colágeno relacionado con la edad fue estudiado por Light y Bailey (1979). Estos autores proponen que durante la síntesis de colágeno, enlaces tipo aldimina son formados entre moléculas de tropocolágeno produciendo enlaces muy poco resistentes al calor, los cuales contribuyen a la organización y estabilidad estructural de las fibras de colágeno. La proporción de estos enlaces en tejido de bovinos ha sido mostrado que aumenta desde el estado fetal hasta un máximo de 12-18 meses (Shimokomaki *et al.*, 1972). Luego durante el envejecimiento del animal, los enlaces gradualmente se estabilizan hacia una forma insoluble y resistente al calor, causando una reducción en la cantidad de colágeno intramuscular que puede ser solubilizado durante el cocinado (Hill, 1966 y Bailey 1972). Sin embargo, estos cambios han sido señalados por autores tales como Bailey y Shimokomak (1971) y

Shimokomaki *et al.*, (1972), como que corresponden más a la velocidad de crecimiento y a la maduración fisiológica, que a la edad cronológica del animal.

En otros estudios, se ha demostrado la influencia negativa en el incremento de la edad del animal que tiene sobre el sabor y el aroma de la carne. Cuanto mayor es la edad del animal, peor es la calidad de la carne obtenida del mismo con respecto al sabor y al aroma (Smith *et al.*, 1982). Sin embargo, Miller *et al.*, (1983), encontraron que la edad del animal no tenía efecto en las propiedades sensoriales ni en la fuerza de corte de los filetes obtenidos del costillar, si los animales habían sido alimentados durante el período de finalización (de 185 días) con una dieta de alta energía. Se mostró que no hay diferencias para dichas características entre animales jóvenes y adultos alimentados de igual manera en su período final. Los autores teorizan que en un animal maduro sometido a una dieta restrictiva durante la fase de crecimiento, se retarda la estabilización y maduración de los enlaces del colágeno, pero si durante el período de finalización se le alimenta con una dieta de alta energía la velocidad de síntesis de colágeno se acelera de igual manera que en animales jóvenes, resultando en proporciones similares de colágeno soluble y por lo tanto, la terneza resulta comparable en ambas edades.

La condición sexual de los animales es otro factor que influye ampliamente en los resultados de calidad y rendimiento, por lo que su consideración a la hora de la evaluación es de vital importancia. Los machos enteros, machos castrados y hembras difieren en la velocidad de crecimiento y composición. Aunque se ha creído que los machos enteros pueden dar problemas de palatabilidad, no hay problemas de sabor atribuidas por carne de toro. Sin embargo, en toros acabados de 2 años de edad puede ser justificado debido a que la carne puede ser muy correosa (Kirton, 1989). Con la castración se tienen como resultados el incremento de grasa y existe un pequeño

decremento en la deposición de músculo en la canal. No obstante, esas diferencias son grandes cuando los animales son bien alimentados. El crecimiento de las hembras es lento al compararlo con el de los machos castrados, y estos a su vez más lentos que los machos enteros. Adicionalmente, los machos enteros convierten el alimento en carne más eficientemente debido a que hay un desarrollo de músculo magro y grasa. En contraste, las hembras engordan más que los machos castrados de la misma raza y al mismo tiempo, los machos castrados engordan más que los machos enteros (Kirton, 1989; Fisher, 1990; Purchas, 1990). No obstante Kirton (1989) publicó que las canales de novillos y vaquillas después de remover la grasa del riñón, tenían una composición y un peso de la canal similar. Por otra parte, ambos tipos de canales (dentro de un mismo rango de grasa de cobertura) indicaron que en un mismo rango el rendimiento es similar.

En general, las diferencias principales a partir de los 12 meses entre animales enteros y castrados son, que los primeros producen carne más dura, más oscura y con menos grasa subcutánea e intramuscular. En los animales enteros la cantidad de colágeno insoluble es mayor que en los castrados, manifestándose en un cierto detrimento en la calidad de la carne (Cross *et al.*, 1983).

Albaugh *et al.*, (1975), comprobaron que las canales de animales (16-17 meses) castrados eran menos pesadas y más engrasadas que las de los enteros; sin embargo, no hallaron diferencias en la cantidad de marmoleo ni en la madurez entre ambos. En cuanto a las características de palatabilidad, jugosidad, aroma y fuerza de corte, tampoco encontraron diferencias entre los dos grupos, aunque la carne de los animales castrados tendió a obtener una mejor puntuación que la de los enteros. Sin embargo, cuando las muestras fueron evaluadas por un panel entrenado, la carne de los castrados resultó significativamente más tierna que la de los enteros.

2.4 Calidad para la carne de bovino

La carne es el músculo estriado obtenido del animal saludable al momento de la matanza. Para que el músculo se transforme en carne es necesario que sufra una serie de cambios físicos y bioquímicos que se pueden sintetizar en cuatro etapas: sacrificio y sangrado, pre-rigor mortis, rigor mortis y post-rigor mortis o maduración de la carne (FIRA, 1999).

2.4.1 Calidad de la carne

Los principales componentes de la calidad de la carne son la suavidad, jugosidad, sabor y color. Para que la carne de res sea competente en el mercado de hoy, los productores deben entender mejor el mercado. Cubrir las necesidades del consumidor es lo que un negocio exitoso debe de hacer continuamente. Producir un producto para un mercado y no producir un producto e intentar después encontrar un mercado para el, son dos formas diferentes de afrontar el mismo problema. Esta última forma de mercadeo es lo que normalmente los productores han hecho, y aun todavía están haciendo.

Para que haya éxito y para ser competentes en este siglo, los productores deben enfocar su producción hacia el consumidor, ya sea alterando la raza, las prácticas de manejo, la actitud, etc, para así reunir las demandas de los consumidores (Cross y Savell, 1994). Parece que entre los aspectos más importantes a considerar por los industriales en la calidad de la “carne fresca” son que sean un:

Producto Atractivo:

- adecuado color y frescura
- baja pérdida de fluidos (alta capacidad de retención de agua).

Producto Palatable:

- bajo contenido de grasa visible
- alto grado de suavidad
- alto grado de jugosidad
- excelente sabor

Producto Sano

- libre de contaminación microbiana
- adecuada vida de anaquel
- libre de sustancias residuales

“*El consumidor*” es un individuo que representa un sistema de información compleja y dinámica. El punto de vista del consumidor abarca el aspecto global de la calidad. La clasificación del concepto de calidad de carne para el consumidor puede ser definida desde otros puntos de vista como por ejemplo:

- 1) Costos
- 2) Consideraciones de sanidad del alimento; esencialmente en los aspectos nutricionales de la dieta
- 3) Consideraciones éticas: manejo del animal y el impacto de la producción de carne
- 4) Características sensoriales, particularmente las estimaciones visuales y la calidad de la carne al momento de comerla.

A menudo el precio de un producto es considerado como una medición de la calidad. Sin embargo, el precio refleja las fluctuaciones económicas de la oferta y la demanda. En general, la demanda depende en gran parte de la apreciación o aceptabilidad del producto por los consumidores.

Todas estas categorías están íntimamente relacionadas. Por ejemplo, dentro de la concepción ética de la carne que se consume se hace más publicidad a que es un requerimiento esencial para una dieta balanceada y a que contiene grasa saturada. La importancia relativa de los factores es que van cambiando con el tiempo y para el futuro se anticipa el desarrollo de nuevos productos.

En general, los consumidores consideran la ternera como el componente más importante de calidad de la carne. Esta percepción es apoyada por la relación entre el precio de la carne y la ternera.

Para conseguir llegar al consumidor la industria de la carne debería proporcionar un producto que sea consistente, repetible y de alta calidad. La variabilidad en la calidad de la carne es uno de problemas más importantes para la industria cárnica en los últimos años. Muchas encuestas realizadas en varios países han mostrado que los consumidores tienen dificultad para escoger la carne de vacuno, puesto que no están seguros de su calidad, particularmente de su ternera.

A continuación se hace un reporte de los factores que influyen en la calidad de la carne.

a. Edad

A través de los años se han hecho numerosos estudios para comprobar la influencia de la edad sobre la calidad de la carne. En general, la ternera de la carne disminuye al incrementar la edad del animal (Goll *et al.*, 1963; Herring y Cassens, 1967).

La pérdida de la solubilidad del colágeno es el factor que mas afecta en el incremento de la dureza de la carne con la edad del animal (Herring y Cassens, 1967). En general, la cantidad total de colágeno no cambia con la edad, pero la proporción de

colágeno soluble disminuye con el envejecimiento del animal (Cross y Carpenter, 1973).

El estudio realizado por Berry *et al.*, (1974) demuestra la tendencia al incremento en la dureza de la carne con el aumento de la edad. El aumento de la edad a partir de los 30 meses va acompañado de un aumento en la fuerza de corte.

El aspecto bioquímico detrás de la disminución de la solubilidad del colágeno relacionado con la edad fue estudiado por Light y Bailey (1979). Estos autores proponen que durante la síntesis de colágeno, enlaces tipo aldimina son formados entre moléculas de tropocolágeno produciendo enlaces muy poco resistentes al calor, los cuales contribuyen a la organización y estabilidad estructural de las fibras de colágeno. La proporción de estos enlaces en tejido de bovinos ha sido mostrado que aumenta desde el estado fetal hasta un máximo de 12-18 meses (Shimokomaki *et al.*, 1972; Carmichael y Lawrie, 1967). Luego durante el envejecimiento del animal, los enlaces gradualmente se estabilizan hacia una forma insoluble y resistente al calor, causando una reducción en la cantidad de colágeno intramuscular que puede ser solubilizado durante el cocinado (Hill, 1966 y Bailey 1972). Sin embargo, estos cambios han sido señalados por autores tales como Bailey y Shimokomak (1971) y Shimokomaki *et al.*, (1972), como que corresponden más a la velocidad de crecimiento y a la maduración fisiológica, que a la edad cronológica del animal.

b. Raza.

En los últimos años se ha despertado un especial interés en la descripción de las diferencias entre los dos grandes troncos *Bos taurus* y *Bos indicus*. En un estudio, Wheeler *et al.*, (1990a) describen las principales diferencias entre *Bos indicus* y *Bos taurus*. Las razas que provienen del *Bos indicus* (Brahman y cruce HxB) poseen las características de animales de carne mas dura desde el punto de vista objetivo y

subjetivo de la medida de ternera (Crouse *et al.*, 1989; Johnson *et al.*, 1990a; Wheeler *et al.*, 1990b; Sherbeck *et al.*, 1995). En un estudio posterior, Wheeler *et al.*, (1990b) estudiaron la actividad del sistema proteolítico postmortem y encuentran una posible explicación a las diferencias entre razas anteriormente expuestas.

c. Sistemas de Producción

Diferencias en la velocidad de crecimiento promedio entre grupos de animales puede ser el resultado de una combinación de aspectos nutricionales, manejo, alimentación, medio-ambientales, edad al sacrificio, sexo y el potencial genético para el crecimiento que pueden determinar el potencial de calidad de algunas características de la carne (Monson *et al.*, 2004; Perry y Thomson 2005).

d. Tipo de alimentación

Se ha observado, que el tipo de alimentación es muy importante en la calidad de la carne, aunque no tanto en rumiantes como en porcinos. Sin embargo, algunos estudios han demostrado, que la velocidad de ganancia de peso y el tiempo durante el período de finalización con una dieta de alta energía, afectan más intensamente a la calidad final de la carne que la alimentación en sí misma. La aceleración del aumento de peso vía una intensa alimentación ante-mortem ejerce un efecto directo en la estabilidad del colágeno y en la ternera de la carne Bowling *et al.*, 1977; Leander *et al.*, 1978; Schroeder *et al.*, 1980; Aberle *et al.*, 1981; Davis *et al.*, 1981; Dolezal *et al.*, 1982; Hedrick *et al.*, 1983; May *et al.*, 1992; Bennett *et al.*, 1995. Además, el ganado alimentado con una dieta alta en energía tiene un rápido crecimiento y, por lo tanto, un incremento en la síntesis de proteínas, lo que proveería al animal de una alta proporción de colágeno recién formado, colágeno, que es altamente sensible al calor (soluble), lo cual repercutiría en la obtención de una carne más tierna Bowling *et al.*, 1977; Schroeder *et al.*, 1980; Aberle *et al.*, 1981; Davis *et al.*, 1981; Dolezal *et al.*, 1982;

Berry *et al.*, 1988; Mitchell *et al.*, 1991; May *et al.*, 1992; Bennett *et al.*, 1995; Vestergaard *et al.*, 2000. Dichas conclusiones fueron obtenidas del experimento realizado por Aberle *et al.*, (1981), en el que cuatro grupos de animales de la misma edad (aproximadamente 9 meses) fueron sometidos a un estudio durante los últimos 210 días antes del sacrificio.

e. Sexo

Algunos autores han comparado las canales y la calidad de la carne entre machos y hembras, encontrando diferencias en el contenido de grasa, el cual es mayor en las hembras; por otro lado, es común encontrar los reportes de que la suavidad de la carne en las hembras es siempre mayor que la de los machos (Fiems *et al.*, 2003).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Obtener la caracterización de las canales de bovino nacional y determinar si existen diferencias entre las canales provenientes de las distintas regiones agroclimáticas de México.

3.2 Objetivos particulares

- Selección de los estados de mayor producción de bovinos del país.
- Selección de los rastros TIF y municipales de mayor matanza de los estados seleccionados.
- Obtención de las variables que determinan el rendimiento en carne.
- Obtención de las variables que determinan la calidad de la carne.
- Establecimiento de grupos de grados según la norma de EE. UU. y la de México.

4. HIPOTESIS

Con base en lo encontrado en la revisión bibliográfica, se prevee que las canales de la zona árida y semi-árida (región norte) serán de características de calidad y rendimiento superiores a las de las regiones templadas (región centro) y trópico húmedo y seco (región sur).

5. MATERIAL Y METODOS

5.1 Estrategia general

El estudio se llevó a cabo, entre marzo de 2004 y diciembre de 2005, en los rastros TIF y Municipales de mayor sacrificio representantes de las regiones ganaderas agro-climáticas (norte, centro y sur) del país. La caracterización se realizó mediante la toma de medidas para determinar su rendimiento y calidad según variables objetivas y subjetivas incluyendo las que se mencionan en la norma estadounidense y con patrones de la clasificación europea. En la medida de lo posible se busco hablar con propietarios, dueños, intermediarios y productores, para la recopilación de la mayor cantidad de información de los animales utilizados en el trabajo, como la procedencia, el sexo, la edad, el manejo y la alimentación de estos.

5.2 Selección de los estados y rastros

La selección de los estados y rastros que se utilizarían para realizar el estudio se planteó a partir de la información del número de animales producidos por estado y por el número de animales sacrificados en el año 2002 (Cuadros del 1 al 6). Los estados de mayor producción de carne en canal por regiones agro-climáticas son:

- Región sur (trópico húmedo y seco): Veracruz, San Luís Potosí y Tabasco.
- Región norte (árida y semiárida): Coahuila y Baja California Norte.
- Región centro (templada): Jalisco y Aguascalientes.

Se asume que en estas regiones los animales tienen similitud racial y similares sistemas de producción. En cada estado con mayor producción, se identificaron los rastros TIF y los rastros Municipales de mayor sacrificio (Cuadro 7). Además, la

selección de los rastros estuvo restringida a que los rastros escogidos tuvieran cámaras frigoríficas para hacer la evaluación a las 24 horas del sacrificio y que nos permitieran la entrada para el muestreo.

Cuadro 7. Rastros seleccionados por región y estado.

Estado	Región	Nombre del rastro	Rastro
Coahuila	Norte	Rastro Municipal de Torreón	Municipal (TIF 243)
Baja California	Norte	Procesadora de carnes del Norte S.A. de C.V.	TIF 301
Jalisco	Centro	Rastro del Municipio de Guadalajara	Municipal
Jalisco	Centro	Rastro Municipal de Zapopan	Municipal
Aguascalientes	Centro	Centro de Acopio y Distribución Ferrería	Municipal
Veracruz	Sur	Frigorífico de la Cuenca del Papaloapan, S.A de C.V.	TIF 101
S.L. Potosí	Sur	Empacadora Romar, S.A. de C. V.	TIF 129
Tabasco	Sur	Frigorífico y Empacadora de Tabasco, S.A. de C.V.	TIF 51

5.3 Mediciones de los parámetros de rendimiento y calidad en las canales bovinas

5.3.1 Variables objetivas.

Antes del sacrificio se registraron los **pesos vivos** en kilogramos de los animales, siempre y cuando el rastro registrara los pesos (individual o por lote). Una vez sacrificados y retirada la cabeza, piel, patas y vísceras se procedió a obtener el **peso de la canal caliente** en kilogramos. Todos los rastros contaban con el sistema de refrigeración, y las canales permanecieron en las cámaras de refrigeración de 0-2° C por 24 horas, pasado este tiempo las canales se pesaron nuevamente para obtener el **peso de la canal fría** en kilogramos.

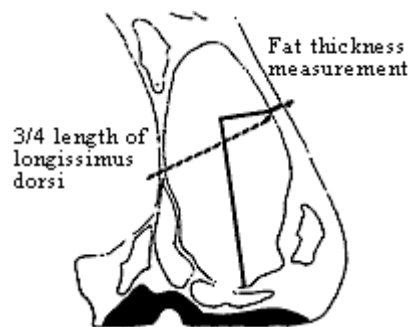
Para las diferentes mediciones en la canal se usó una cinta métrica metálica. Las mediciones objetivas sobre la canal fueron:

1. **Espesor de grasa:** Se tomaron diferentes mediciones en centímetros a lo largo de la canal introduciendo una regleta metálica a 5 cm de la línea media de la

canal sobre el músculo *Longissimus dorsi* en las zonas que a continuación se mencionan: en la 4ª lumbar, 12-13ª torácica, 6-7ª torácica y 4-5ª torácica.

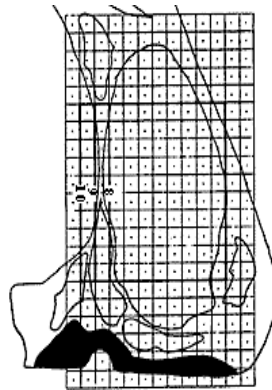
2. **Grosor de grasa.** En los rastros donde se realizaba el corte a la altura de la 12-13ª o 4-5ª torácicas se midió en centímetros a $\frac{3}{4}$ de la distancia centralmente al músculo *Longissimus dorsi* (LD).

Figura 1. Medición del grosor de grasa en la chuleta



3. **Longitud de canal:** Corresponde a la distancia en centímetros comprendida entre la parte anterior de la sínfisis-isquiopubiana, hacia la primera costilla en línea recta.
4. **Profundidad de tórax:** Corresponde a la distancia en centímetros comprendida entre la apófisis espinosa de las vértebras dorsales 5-6 hacia el cartílago esternal.
5. **Largo de giba:** Se toma en línea recta del nacimiento de la giba hasta donde termina la misma en centímetros.
6. **Altura de giba:** La medida se toma a la mitad de la giba tomando como base el ligamento *nucae* en centímetros.
7. **Área de Chuleta del *Longissimus dorsi* (cm²):** en los rastros donde se realizaba el corte a la altura de la 12-13ª o 4-5ª torácicas, se utilizó un papel albanene para cada área de chuleta de la canal, en el cual se dibujaba la periferia de la chuleta, para luego medir ese contorno con una plantilla estructurada.

Figura 2. Medición del área de la chuleta con plantilla estructurada

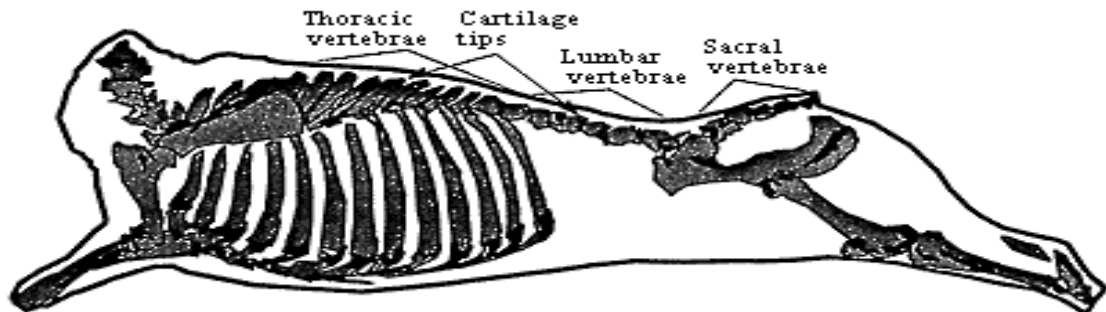


8. Se obtuvieron valores del **rendimiento verdadero** = (peso de la canal caliente kg/ peso vivo kg) X 100, del **rendimiento comercial** = (peso de la canal fría kg/ peso vivo kg) X 100 y del **Índice de compacidad**= peso de la canal fría / longitud de la canal fría, donde se obtuvieron todos los datos.

5.3.2 Variables subjetivas. Las medidas subjetivas de conformación, engrasamiento, distribución y color de la grasa de la canal se midieron usando los estándares en fotografías de la clasificación actual europea.

1. **Madurez fisiológica.** Los términos de grado de osificación de estructuras óseas (uniones intervertebrales, cuerpos de las vértebras y las apófisis espinosas) en vértebras sacras, vértebras lumbares y vértebras torácicas. El color y forma de las costillas se tomaron en cuenta para conformar la madurez. La madurez es estimada visualmente por la osificación del cartílago. La escala es: 1= hasta 30 meses de edad, 2=30-42 meses de edad, 3=42-72 meses de edad, 4=72-96 meses de edad, 5=mayor de 96 meses de edad.

Figura 3. Localización del cartílago y de las vértebras para la determinación de la madurez



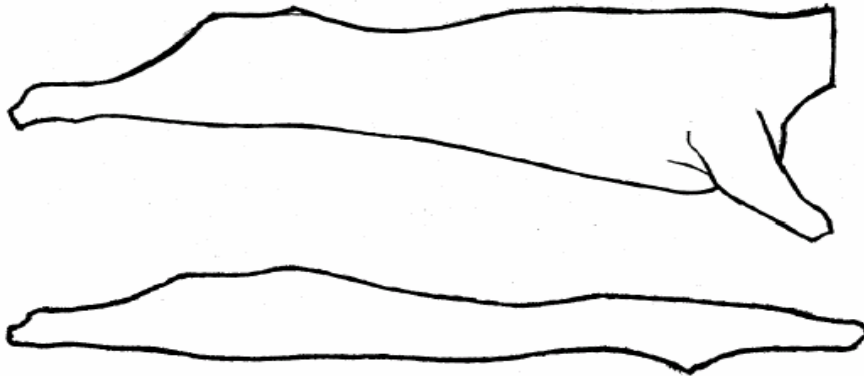
2. **Conformación de la canal.** Es la forma y contorno de una canal referida al desarrollo de las masas musculares de los cuartos posteriores (convexo, rectilíneo, sub-cóncavo, cóncavo). *1 = pobre, 2=normal, 3=buena, 4=muy buena, 5=excelente.*
3. **Perfil Pierna.** *1=cóncavo, 2=subconcavo, 3=recto, 4=subconvexo, 5=convexo*
4. **Color de la grasa de cobertura.** Coloración propia del tejido adiposo el cual puede variar (*0=sin grasa de cobertura, 1=blanca, 2=crema, 3=amarilla*).
5. **Color de la carne.** La coloración de las fibras musculares que se puede manifestar en diferentes tonalidades. Cuando la canal era seccionada el color se apreció en la superficie muscular expuesta del área de la costilla (*Longissimus dorsi*). *La escala fue: 1=clara, 2=roja, 3=oscura.*
6. **Consistencia de la carne en la chuleta.** Es la firmeza de las masas musculares que se manifiestan en el corte. *La escala fue: 1=blanda, 2=normal, 3=dura*
7. **Distribución de la grasa de cobertura.** Este concepto esta enfocado a evaluar la uniformidad en la distribución de la capa grasa subcutánea, principalmente a lo largo de las masas musculares cubriendo toda la columna vertebral. En su nivel de cobertura lateral se realizó a la altura de la paleta, costilla y el flanco.

Finalmente se observó la uniformidad de cobertura de pierna, grupa y nalga. La escala fue: 0=*sin grasa de cobertura*, 1=*uniforme*, 2=*no uniforme*

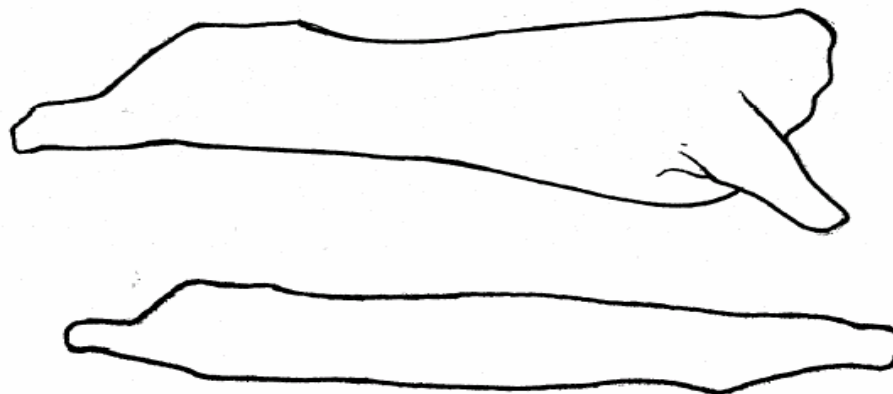
8. **Grasa interna o grasa peri-renal.** Es la grasa conformada por el tejido adiposo de la región pélvica y renal.
9. **Engrasamiento de la canal.** Según los estándares europeos, es la evaluación del nivel de cobertura en la parte trasera, delantera y central de la canal. La escala fue 0=*sin grasa*, 1=*pobre*, 2=*normal*, 3=*buena*, 4=*muy buena*, 5=*excelente*.
10. **Marmoleo de falda.** Es la grasa entreverada entre las fibras musculares de la falda (músculos *transversus abdominis*), fue medido según los estándares estadounidenses donde: 0=*sin grasa*, 1=*bajo en grasa*, 2=*ligero en grasa*, 3=*mediana cantidad en grasa*, 4=*alta cantidad en grasa*, 5=*muy graso*.
11. **Marmoleo de chuleta.** Es la grasa entreverada entre las fibras musculares de la chuleta, fue medido según los estándares estadounidenses donde 0=*desprovisto de grasa*, 1=*trazas de grasa*, 2=*leve cantidad de grasa*, 3=*pequeñas cantidades de grasa*, 4=*modesta cantidad de grasa*, 5=*moderada cantidad de grasa*

Figura 4. Patrones de los perfiles dorsales y laterales en las canales bovinas

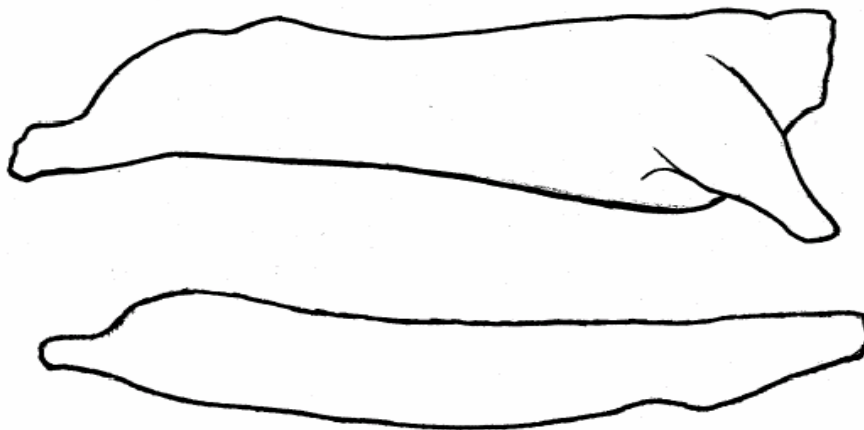
PERFIL CÓNCAVO (DORSAL Y LATERAL).



PERFIL RECTO (DORSAL Y LATERAL)



PERFIL CONVEXO (DORSAL Y LATERAL)



5.4 Análisis estadístico de los resultados

Se establecieron grupos en función de las características medidas y una vez recopilada la información se calcularon las medias, desviaciones estándar y coeficientes de variación para las variables objetivas y subjetivas de las canales utilizando el paquete estadístico SAS.

6. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1 Descripción de la población evaluada

El estudio se llevo a cabo en las tres regiones agro-climáticas del país que se denominaron Norte, Centro y Sur. En total se evaluaron 1696 canales, de las cuales 78.65% fueron machos y 21.35% hembras, 74.5% se evaluaron en rastros TIF y 25.5% en rastros municipales. Del total de las canales, 24.6% correspondieron a la región norte, 25.95% a la región centro y 49.4% a la región sur.

De las platicas realizadas con propietarios, intermediarios y otros eslabones de la cadena de la carne, se pudo deducir que los animales sacrificados en México son lo que se denomina “Cruza Comercial”, o sea, cruza de *Bos taurus* y *Bos indicus* en distintas proporciones, sin encontrar en ningún caso animales puros, siendo evidente la mayor proporción de *Bos taurus* en el norte y centro del país y *Bos indicus* en el sur. De los machos evaluados, en la gran mayoría eran toretes (menos de 30 meses) sin castrar. Según los reportes, la mayoría de los animales fueron finalizados en corral con dieta alta en energía. Nuñez *et al.*, (2004) presentan datos recogidos en Oaxaca donde señalan que alrededor del 40% de los animales sacrificados son toretes, y explican este alto porcentaje a que el consumidor mexicano demanda carne con bajo contenido de grasa.

En el Cuadro 8 se presenta la distribución de machos y hembras en las tres regiones muestreadas del país por tipo de rastro.

Cuadro 8. Machos y hembras según las regiones y el tipo de rastro.

	♂	♀	Total	♂	♀	Total	♂	♀	Total			
TIF	199	219	418	7	1	8	763	75	838	969	295	1264
Municipal	0	0	0	365	67	432	0	0	0	365	67	432

Como se puede observar, en la zona norte y en la sur no hubo muestreos en rastros municipales. Las causas para este hecho son que o bien carecían de las condiciones requeridas para el estudio (refrigeración) o no se nos permitió la entrada. También, hay que señalar que muchos de los rastros municipales en estas zonas cambiaron a TIF, como es el caso de Torreón (zona norte). Destaca también el mayor sacrificio de hembras en el norte comparado con el centro y el sur que posiblemente se deba a la exportación de becerros hacia EE. UU., por lo que se desabastecía a los rastros de machos y envían en estos casos hembras. Este hecho es totalmente circunstancial al momento en que se realizó el estudio. Probablemente esto esté cambiando en estos momentos o bien cambiará en breve dependiendo de cómo el mercado vaya fluctuando.

6.2 Comportamiento general de las variables objetivas

En el Cuadro 9 se presentan los resultados para las variables objetivas de las canales bovinas evaluadas. En términos generales, se puede observar que la población muestreada

es bastante heterogénea, lo cual se aprecia por los elevados coeficientes de variación de los parámetros.

Las variables de peso indican que son animales de formato relativamente grande. La media del peso vivo nacional presentada por la SAGARPA en 2002 era de 392 kg y los resultados de este estudio arrojan un peso vivo promedio de 457 kg, lo cual indica que los animales hoy en día se están llevando al rastro con mucho mayor peso que hace unos años. En la distribución del peso vivo se aprecia que solo el 6.3% fueron menores de 402 kg y el 5.5% mayores de 512 kg. Igualmente, los pesos en canal tienen una gran variación con respecto a los presentados por la SAGARPA en 2002, donde el promedio de peso en canal era de 205 kg y ahora es de 288 kg. En la canal caliente, el 10.3% fueron menores a 246 kg y el 10.8% mayores a 330 kg. Como se puede observar por el número de datos recopilados de peso vivo, que generalmente se hace por lotes, hace más difícil adquirir esta información que la del peso en canal caliente, que prácticamente en todos los rastros se obtiene, no así los pesos de la canal fría. Del total de los animales, al 51.5% no se le pudo determinar el peso vivo, al 22.7% no se le pudo determinar el peso canal caliente y al 48.3% no se le pudo determinar el peso canal frío. En la distribución del peso canal fría el 7.9% corresponde menores de 249 kg y el 7.3% corresponde a mayores a 325 kg.

La media de peso en canal del total de los animales de este estudio, es 40 kg mayor comparada con la media encontrada por Nuñez *et al.*, (2005) en la zona sur (Veracruz, Chiapas y Oaxaca). Igualmente, los promedios nacionales recopilados en el estudio realizado están por encima de los reportados por Martínez *et al.*, (2006), con animales Guzerat y Criollo. Por otro lado, en un estudio realizado en Brasil (Sánchez *et al.*, 2005) con Nelore puro y cruza de Nelore x Rubia Gallega, encontraron que las cruza resultaron

mas pesadas que las Nelore puras y muy próximas a lo que se ha encontrado en este estudio. Cabe destacar que los pesos nacionales encontrados en nuestro estudio concuerdan con lo reportado en la literatura para los bovinos de las razas Angus, Simmental, Charolais, Limousin, Hereford (Chambaz *et al.*, 2003; Koch *et al.*, 1976; Dinius *et al.*, 1978).

Los datos sobre espesor de grasa indican que son animales muy magros, en todas las medidas se refleja un espesor por debajo de 1 cm. En la distribución de los porcentajes del espesor de grasa a nivel de la 4ta vértebra lumbar se aprecia que el 31.1% de las canales presenta un espesor de 0.00-0.20 cm, el 38.3% tiene un espesor de 0.2-0.6 cm, el 13.3% presenta un espesor de 0.6-1.0 cm y el 14.6% con un espesor mayor a 1.0 cm. En lo que se refiere a la distribución del espesor de grasa a nivel de la vértebra torácica 12-13 se aprecia que el 42.2% de las canales presenta un espesor menor a los 0.2 cm, el 36.6% tiene un espesor de 0.2-0.6 cm, solo el 10.9% presenta un espesor mayor a 1.0 cm y el 8.5% presenta un espesor de 0.6-1.0 cm. En general las mediciones son inferiores a las de animales sacrificados en otros países tanto en hembras como en machos en las razas Angus, Charolais y ganado comercial (Clayton *et al.*, 1979; Abraham *et al.*, 1980; Brackebusch *et al.*, 1991).

La longitud de canal nos indica al igual que los pesos, que las canales que se sacrifican actualmente en México son de formato relativamente grande, muy cercanas a razas puras como Simmental y Limousin (Monsón *et al.*, 2004). La distribución de las longitudes de las canales bovinas indica que el 35.6% presenta una longitud de 120-126 cm, seguida de una longitud menor a 120 cm correspondiente al 34.7%, el 22% tienen una longitud de 126-132 cm y finalmente con una longitud mayor a 132 cm correspondiente al 7.3% del total de la población muestreada. El promedio de la longitud de canal fue mayor

(123.39 cm) en comparación a las longitudes de vacas de 3 años de edad (116 cm), toros de 27 a 32 meses (116 cm), toretes de menos de 22 a 27 meses (119 cm) y novillas de 22 a 27 meses (109 cm) evaluadas en pastoreo, de raza indefinida en las tres zonas ganaderas de Costa Rica (Instituto Tecnológico de Costa Rica 2004). Sin embargo, Sánchez *et al.*, (2005) reportó longitudes mayores para las razas Nelore puras (126 cm) y las cruzas con Rubia Gallega (125.7 cm) de aproximadamente dos años de edad y finalizados en corral. Por otro lado, se encontraron longitudes similares en las razas Jersey, Asturiana de los Valles, Casina, Piamontesa y Marchigiana (Monsón *et al.*, 2004).

Las mediciones de la profundidad de tórax con respecto a la longitud nos indican que son animales longilíneos. En el porcentaje de la distribución de profundidad del tórax se aprecia que el 47.5% tiene una profundidad de 54-58 cm, el 28.7% presenta una profundidad de 58-62 cm, el 15.8% tiene una profundidad menor a 54 cm y finalmente el 7.8% tiene una longitud mayor los 62 cm. El promedio de la profundidad del tórax reportada en este estudio es superior (57 cm) a lo reportado en las razas Limousin (34.7 cm), Angus (40.2 cm), Holstein (43 cm), Simmental (34.7) y Charolais (34.4 cm), Nelore pura (32.5 cm) y su cruce con Rubia Gallega (36.2) (Sánchez *et al.*, 2005; Monsón *et al.*, 2004), aunque en el estudio de Monsón *et al.*, (2004) la forma de medición no es como la que se utilizó en este estudio, y en el trabajo de Sánchez *et al.*, (2005) no se detalla la metodología para su medición, con lo cual podría ser que las mediciones no coincidieran.

Los datos referentes a longitud y altura de giba nos indican que los animales evaluados en este estudio, que se consideran cruzas comerciales, tienen un fuerte componente de *Bos indicus*. Se puede observar que hay animales con 0 giba y animales con giba de hasta 50 cm de largo y 31 cm de alto, ya que se considera según Boleman *et al.*,

(1998) que animales con una altura de giba mayor a los 10.2 cm son razas de tipo *B. indicus*. Un estudio realizado por Casas *et al.*, muestra alturas de gibas de animales *Bos indicus* (Brahman) entre 15 y 18 cm (Casas *et al.*, 2005). En la distribución de la longitud de giba en la población de canales bovinas se encontró que el 44.4% tiene una longitud de 28-34 cm, el 39.2% tiene una longitud de 22-28 cm, el 8.5% tienen un rango mayor a los 35 cm. En cuanto a la altura de la giba en la población de las canales bovinas se encontró un porcentaje de distribución del 41.9% con una altura de 7-11 cm, el 31.4% presenta una altura de 11-15 cm, el 12.6% tiene una altura menor a los 7 cm y el 12.2% presenta una altura mayor a los 15 cm.

El área de la chuleta entre la 12-13 costilla (74.65 cm^2) muestra unos animales de moderado desarrollo muscular, típico de cruzas con *Bos indicus*. En la distribución del área (cm^2) de la chuleta medida entre la costilla 12-13 en la población de canales bovinas se muestra que el 14% de los animales tiene un área de entre $64-75 \text{ cm}^2$, el 12.1% tiene un área de 75.86 cm^2 , el 6.9% presenta un área menor a 64 cm^2 y el 5.8% presenta un área mayor a 86 cm^2 . El área de la chuleta medido entre la costilla 4-5 en la población de las canales bovinas muestra que el 6.1% de la población tiene un área de $30-39 \text{ cm}^2$, mientras que el 3.4% presenta un área de $39-48 \text{ cm}^2$, el 2.5% tiene un área menor a 30 cm^2 y finalmente el 2.2% presenta un área mayor a los 48 cm^2 . Casas *et al.*, (2005) muestra un área de la chuleta para Brahman puros de 72.5 cm^2 , ligeramente inferior a lo encontrado en este estudio. En el estudio sobre Nacional Beef Quality Audit de 2000 realizado en USA (McKenna *et al.*, 2002) se reportan unos promedios de áreas de chuletas para el muestreo de todo el país según su grado de calidad de: 78.0 cm^2 para Prime, 82.7 cm^2 para Choice,

86.3 cm² para Select y 88.6 cm² para Standard. Como puede apreciarse, el área de la chuleta se va incrementando conforme la calidad va disminuyendo. En este mismo estudio, las áreas en función de los grados de rendimiento de las canales fueron: YG1 97.6 cm², YG2 86.8 cm², YG3 80.7 cm², YG4 76.2 cm² y YG5 72.7 cm². De igual manera se aprecia que las áreas más grandes están directamente relacionadas con la menor cantidad de grasa en la canal. Las canales mexicanas descritas hasta ahora son bastante magras y sin embargo presentan un área de chuleta similar a animales cuyo grado de rendimiento de la USDA está entre 4 y 5, lo cual significa que son canales bastante engrasadas (el máximo de engrasamiento es YG5). En otro estudio realizado por Martínez *et al.*, (2006) con cruzas de Angus x Guzerat se reportan áreas de 69.2 cm², de cruzas de Guzerat x Criollo promedio de 76.3 cm² y de Criollo puro un promedio de 54.2 cm². Esto nos indica que los animales Criollos están muy por debajo de razas especializadas aunque provengan de *Bos indicus*, esto significaría que prácticamente a nivel comercial en México no se está utilizando animales Criollos, pues el promedio es muy superior a estos. La cruce Angus x Guzerat es probable que tenga una mayor cantidad de grasa por eso su área de chuleta es muy pequeño, esto es típico de Angus. Con respecto a las mediciones del área de la chuleta tomadas entre la 4 y 5 costilla, la bibliografía reportan entre la 5 y 6 en un estudio por Monson *et al.*, 2005 un área para Angus de 41.7 cm², para Simmental de 42.1 cm², Limousin de 44.7 cm² y Charolais de 43.9 cm². lo cual está por encima de lo encontrado para estas canales que es de 38.87 cm².

Después de la revisión bibliográfica, se observa que el rendimiento en canal está en el rango estándar para este tipo de ganado de abasto. En un estudio sobre novillos en engorda de diferentes razas de carne *Bos taurus* se encuentra que el rendimiento oscila

entre 54.3% del Angus al 61.5 % del Limousin (Chambaz *et al.*, 2003). En el trabajo de Sánchez *et al.*, (2005) con Nelore puro y su cruce con Rubia Gallega, se presentan unos rendimientos de 58.78 y 62.24% respectivamente. En una investigación realizada en Europa, Bjelka *et al.*, (2002) presenta unos rendimientos en canal alrededor del 58% en animales con cruces comerciales europeas. Estos estudios confirman que los rendimientos promedios del muestreo mexicano entran en los rangos normales. En la frecuencia del rendimiento verdadero en la población de las canales bovinas se aprecia que el 15.3% de las canales presentan un rendimiento del 60-65%, el 7.2% de las canales evaluadas tienen un rendimiento menor al 55%, un 6.1% de las canales evaluadas tiene un rendimiento del 55-60%, mientras que el 2.1% de las canales tiene un rendimiento mayor al 65%.

El índice de compacidad (relación peso/longitud de la canal) promedio de las canales evaluadas fue de 2.29, lo que indica que son canales con una conformación media. Comparadas con la Nelore pura, cuyo índice de compacidad es de 1.75, el promedio de las canales nacionales está por encima de este y muy similar al que presentaron las cruces Nelore x Rubia Gallega (Sánchez *et al.*, 2005). En el estudio de Monsón *et al.*, (2004) se presentan los índices de compacidad de diferentes razas, siendo la más parecida al índice de este estudio la Holstein (2.3) y superiores en conformación las razas Charolais (2.9), Limousin (2.8) y Simmental (2.6). En lo que respecta a la frecuencia del índice de compacidad, el 20.3% tiene un índice de 2.0-2.3, con un índice de 2.3-2.6 representada por el 18.3% de las canales, 8.6% de la población presentan un índice mayor a 2.6 y el 4.5% tiene un índice menor a 2.0.

Cuadro 9. Variables objetivas medidas en el total de las canales bovinas

Parámetros	n	Media	D.S.	Mínimo	Máximo	CV %
Peso vivo, kg	846	457.33	55.16	282.00	774.00	12.06
Peso canal caliente, kg	1315	288.21	41.54	163.00	495.00	14.41
Peso canal fría, kg	880	286.69	38.47	163.00	484.00	13.76
Espesor de grasa en vértebra lumbar 4, cm	1662	0.64	0.70	0.00	3.80	109.03
Espesor de grasa en vértebra torácica 12-13, cm	1672	0.52	0.61	0.00	3.20	117.94
Espesor de grasa en vértebra torácica 6-7, cm	1615	0.56	0.65	0.00	3.60	116.17
Espesor de grasa en vértebra torácica 4-5, cm	1399	0.44	0.64	0.00	4.00	144.37
Grosor de la grasa medido 12-13 costilla, cm	755	0.51	0.46	0.00	3.50	90.87
Grosor de la grasa medido 4-5 costilla, cm	169	0.17	0.14	0.00	0.80	84.59
Longitud de la canal, cm	1696	123.39	6.27	101.50	150.00	5.08
Profundidad de tórax, cm	1697	57.59	3.44	48.50	81.00	5.97
Longitud de giba, cm	1677	28.38	5.89	0.00	50.00	20.74
Altura de giba, cm	1667	11.22	4.02	0.00	31.00	35.85
Área de chuleta medido 12-13 costilla, cm ²	661	74.65	11.00	44.50	115.50	14.73
Área de chuleta medido 4-5 costilla, cm ²	242	38.87	8.54	21.30	61.90	21.97
Rendimiento verdadero, %	846	60.87	4.56	39.00	83.20	7.49
Rendimiento comercial, %	521	59.56	5.45	41.00	82.20	9.16
Índice de compacidad	880	2.29	0.26	1.30	3.40	80.40

n= número de observaciones

D. S= desviación estándar

CV= coeficiente de variación

6.3 Comportamiento general de las variables subjetivas

El Cuadro 10 resume las medias, desviaciones estándar y coeficientes de variación de las variables subjetivas evaluadas en las canales bovinas muestreadas a lo largo del país. La madurez fisiológica observada en las canales bovinas confirma que los animales son sacrificados a una edad promedio menor a los 30 meses. Haciendo una distribución por madurez, se pudo observar que el 82.1% de los animales muestreados pertenecen a una madurez de 9 a 30 meses, el 5.7 el 5.7% se sacrifica entre los 30 a 42 meses, el 3.5% se sacrifica en un rango de 42 a 72 meses, el 0.9% es sacrificado entre 72 a 96 meses de edad y el 3.1% es sacrificado a una edad mayor de 96 meses de edad; el restante porcentaje fue de canales que no se les pudo determinar la madurez. Esto indica que el mercado mexicano esta exigiendo carne de animales jóvenes, con las consiguientes ventajas que esto representa sobre la calidad de la carne. Por otra parte, esto es un indicativo de que la producción en el país esta intensificándose, pues se están obteniendo pesos altos con animales jóvenes. Sacrificios a edades similares que se reportan fundamentalmente en Canadá (Schenkel *et al.*, 2005), Europa (Bjelka *et al.*, 2002 y Chambaz *et al.*, 2003) y en EE. UU. (Boleman *et al.*, 1998; McKenna *et al.*, 2002).

La conformación promedio de las canales bovinas muestreadas se ubica entre la categoría normal y la buena, lo cual concuerda con los datos de peso, longitud e índice de compacidad anteriormente mencionados. Aunque al hacer la distribución encontramos que el 47.7% tiene una conformación buena, el 25.3% presenta una conformación normal, muy buena conformación representan el 16.8%, un 9.2% corresponde a una conformación pobre y solo el 0.8% presenta una excelente conformación.

El perfil de la pierna indica que las canales son relativamente poco musculosas. Chambaz *et al.*, (2003) y Monson *et al.*, (2004) reportaron la conformación para las razas Charolais, Simmental y Angus, ligeramente superior a los valores nacionales, siendo muy superior la raza Limousin. En la distribución realizada sobre el perfil de pierna en la población de canales bovinas, el 43.3% presenta un perfil recto, por otro lado el 26.5% de las canales presentan un perfil subcóncavo, un perfil cóncavo se encontró en un 13.9% de las canales, mientras que un 12.5% de la población tiene un perfil subconvexo y finalmente las que presentaron en un menor porcentaje un perfil convexo fue el 3.7% de la población de las canales bovinas.

La pigmentación de la grasa del ganado es debida principalmente a los carotenoides naturales de los forrajes verdes consumidos por el ganado (Van Soest, 1994). El color de la grasa es un factor importante asociado a la calidad de la carne (Fergus, 1993). Las canales evaluadas en la República tienen un promedio del color de la grasa de 2.03, lo cual las ubica de color “crema”, que representa el punto intermedio entre blanca y amarilla. A pesar de que las canales tenían relativa juventud, el color encontrado no ha sido correspondiente a esa juventud; es probable que la causa haya sido que prácticamente todos los animales pasan gran parte de su crecimiento y desarrollo en pastoreo, lo que provoca una intensa coloración amarillenta de la grasa, que después se desvanece dependiendo del tiempo que transcurra en la finalización con dieta de alto contenido energético (Hidiroglou *et al.*, 1987). En la distribución del color de la grasa de cobertura en la población de canales bovinas se encuentra que el 77.6% tiene una coloración crema, una coloración amarilla la presento un 12.8% de la población, la coloración blanca de la grasa la tiene el 8.6% de la población, mientras que el 0.9% de la población no tiene grasa de cobertura. En

un estudio presentado por French *et al.*, (2000) se muestra que conforme aumenta el porcentaje de forraje en la dieta, se aumenta el color amarillo de la grasa. Hilton *et al.*, (1998) reporta coloraciones similares a las encontradas en las canales de este estudio en animales de madurez D y E que corresponden a animales con madurez mayor a 72 meses. Cuando los animales tienen similar madurez fisiológica a la de la población muestreada en este estudio, los animales evaluados por Hilton *et al.*, (1998) reportan un color de grasa más blanco.

Las medidas de color tanto en la 12-13^{ava} como en la 4-5^a costilla muestran un color de carne aceptablemente bueno, el promedio esta alrededor del 2, que representa una carne roja, típica de la carne de bovino. Este color es igualmente reportado en animales *Bos taurus* como *Bos indicus*; por ejemplo, Wheeler *et al.*, (1990a), no encontraron diferencias significativas entre Hereford y Brahman para el color de la carne, reportando un color rojo ligeramente claro para ambas. En un estudio similar con cruza entre Brahman y Hereford no se encontró diferencias entre el color de la carne (Wheeler *et al.*, (1990b). Chambaz *et al.*, (2003), tampoco encontró diferencias significativas entre animales de distinta raza dentro de *Bos taurus* (Angus, Simmental, Charolais y Limousin) con respecto al color rojo presentado en el lomo. La frecuencia del color de la chuleta cortada entre la costilla 12-13 muestra que el 32.7% de las chuletas evaluadas a este nivel tienen una coloración roja, seguido de un color claro que lo tienen el 7.9% de las chuletas y finalmente el 3.8% presentan un color oscuro.

La consistencia promedio de la carne nacional tanto a nivel de la 12-13 como de la 4-5 se reporta como normal, ni muy suave ni muy firme. Como se preveía muchas canales no fue posible cortarlas en la 12-13 (55.6%) ni entre la 4-5 (87%) y por lo tanto solo se

tiene la información de la restante población, donde 32.5% tienen una consistencia normal, el 10.3% de las canales evaluadas presentan una consistencia blanda y el 1.6% presentan una consistencia dura para el corte en la 12-13 y 10%, 2% y 0.1%, respectivamente para las canales cortadas entre la 4-5 costilla. En los estudios de Wheeler *et al.*, (1990a y 1990b) con carne procedente de *Bos taurus* y *Bos indicus*, se muestra una clara diferencia entre ambos para la consistencia, siendo el Brahman mas firme (6.8) que el Hereford (5.6), pero en lo que lo que respecta a las cruzas, estas no presentan diferencias con las razas puras y se encuentran en el intermedio de ambas.

La grasa pélvica, de corazón y riñón (KPH%) es una indicación del grado de engrasamiento de las canales, lo cual depende de la raza, edad, la alimentación e incluso el sexo del animal. La grasa en riñón y pelvis expresada en porcentaje indica que el 35.8% de la población de canales bovinas tiene un rango de 0.2-1.4% de grasa, el 15.3% tiene un porcentaje de 1.4-2.6, el 13.8% tiene más de 2.6% de grasa y el 10.8% tiene menos del 0.2% de grasa en la canal. En la investigación de McKenna *et al.*, (2002) se muestra como al aumentar el grado de engrasamiento de la canal, desde USDA Yield Grade 1 al 5, el porcentaje de KPH se va aumentando desde 2.0 a 2.8%. El promedio del porcentaje de KPH recopilado en este estudio donde los animales son primordialmente machos jóvenes, es de 1.4%, lo que indica un pobre porcentaje de grasa interna, típico de animales *Bos indicus* y sus cruzas como se muestra en el estudio de Wheeler *et al.*, (1990a) entre Hereford, Brahman y sus cruzas que presentan alrededor de 1.8%. En otro estudio, Dinius y Cross (1978) mostraron el mayor acumulo de grasa KPH conforme se aumentan las semanas en dieta de alta energía (de 0 a 9 semanas), aumentando el KPH desde 1.9 (0 semanas) a 2.5% (9 semanas). En un estudio donde la finalización se hizo con dieta de alta

energía, el KPH se mostró alrededor de 3.5%, y en este caso el sexo dejó de influenciar este engrasamiento, como lo muestra Abraham *et al.*, (1980) el cual no encontró diferencias significativas entre castrados, machos y hembras, todos alimentados con una misma dieta.

El nivel de engrasamiento de las canales es un indicativo de la finalización y de la habilidad de las razas a depositar grasa. En la evaluación nacional realizada en este estudio el resultado promedio del nivel de cobertura grasa ha sido que las canales están engrasadas en un grado intermedio (3.34), ni muy magras ni muy grasas, lo que concuerda con los datos anteriormente mencionados sobre el origen racial (cruzas comerciales de *Bos indicus*) y la etapa de finalización que en general se está llevando a cabo en la República. Haciendo la distribución en porcentajes, se observa que el 36% presentan un muy buen engrasamiento, el 33.7% un buen engrasamiento, 22.4% tienen un engrasamiento normal y el 7.5% restante tiene un engrasamiento pobre. Un estudio realizado con cruzas comerciales en España, muestra que el grado de engrasamiento coincide con el grado de “muy escaso” según la clasificación de la Unión Europea (Monsón *et al.*, 2004) utilizando razas de carne y leche (Holstein, Pardo Suizo, Limousin y Blonde de Aquitania. En el estudio de Sánchez *et al.*, (2005) usando machos Nelore y sus cruzas con Rubia Gallega, se encontró que los animales cruce tenían menor engrasamiento que los puros, ya que los *Bos taurus* son de madurez mas tardía que los *Bos indicus*.

El marmoleo encontrado, tanto en la falda como en las chuletas, indica que los animales sacrificados en la República carecen fundamentalmente de grasa intramuscular. Estos coincide con reportes de toros y novillos de las razas Hereford de 18 meses de edad al igual que en hembras maduras de las razas Hereford, Angus y cruzas (Brahman Jersey y Holstein Jersey) con un rango de 12 a 17 años (Seideman *et al.*, 1989; Morgan *et al.*, 1991),

pero menor marmoleo al reportado por Wheeler *et al.*, (1991), Page *et al.*, (2001) y Lawrence *et al.*, (2001), en machos y hembras de la razas *Bos indicus* y *Bos taurus* con diferente tipo de alimentación, manejo y edad al sacrificio. En la distribución de la frecuencia del marmoleo de la chuleta cortada entre la costilla 12-13 se encuentra que el 22.8% tienen un marmoleo en leves cantidades de grasa, el 9.3% están desprovistas de grasa, un 6.1% presentan trazas de grasa, pequeñas cantidades de grasa fueron encontradas en un 5.5%, 0.5% de las chuletas presenta una modesta cantidad de grasa y solo el 0.1% presento una moderada cantidad de grasa. La frecuencia del marmoleo de la chuleta cortada entre la costilla 4-5 indica que el 11.5% esta desprovisto de grasa, 0.4% tiene pequeñas cantidades de grasa, una leve cantidad de grasa tienen 0.3% de las chuletas, el 0.2% presenta trazas de grasa y un 0.1% tienen un modesta y moderada cantidad de grasa en las chuletas evaluadas en la costilla 4-5.

Cuadro 10. Variables subjetivas medidas en el total de las canales bovinas

Variables	n	Media	D.S.	Mínimo	Máximo	CV %
Madurez fisiológica	1620	1.37	0.88	1.00	5.00	64.26
Conformación canal	1699	2.75	0.87	1.00	5.00	31.71
Perfil de pierna	1699	2.66	0.99	1.00	5.00	37.24
Color de la grasa de cobertura	1701	2.03	0.50	0.00	3.00	24.58
Color de la carne en chuleta entre 12-13 costilla	755	2.10	0.43	1.00	3.50	20.46
Color de la carne en chuleta entre 4-5 costilla	221	1.90	0.29	1.00	2.50	15.43
Consistencia de chuleta medido 12-13 costilla	756	2.04	0.39	1.30	3.50	19.38
Consistencia de chuleta medido 4-5 costilla	221	1.96	0.26	1.50	3.50	13.50
Distribución de la grasa de cobertura canal	1698	1.49	0.49	0.00	2.00	32.74
Grasa riñonada de la canal izquierda, %	1288	1.40	1.23	0.00	7.00	87.97
Engrasamiento de la canal	1699	3.34	1.10	0.00	5.00	32.90
Marmoleo de falda	1699	2.71	0.96	0.50	5.00	35.27
Marmoleo de chuleta medido 12-13 costilla	754	1.85	1.03	0.00	5.00	55.80
Marmoleo de chuleta medido 4-5 costilla	213	0.22	0.79	0.00	6.00	360.10

n= número de observaciones; *D. S.*= desviación estándar; *CV*= coeficiente de variación

Madurez fisiológica 1= hasta 30 meses de edad, 2=30-42 meses de edad, 3=42-72 meses de edad, 4=72-96 meses de edad, 5=mayor de 96 meses de edad.

Conformación: 1 = pobre, 2=normal, 3=buena, 4=muy buena, 5=excelente.

Perfil de pierna: 1=cóncavo, 2=subcóncavo, 3=recto, 4=subconvexo, 5=convexo

Color de la grasa de cobertura: 0=sin grasa de cobertura, 1=blanca, 2=crema, 3=amarilla

Color de la carne en la chuleta entre 12-13, 5-4 costilla: 1=clara, 2=roja, 3=oscura

Consistencia de la carne en la chuleta entre 12-13, 5-4 costilla 1=blanda, 2=normal, 3=dura

Distribución de la grasa de cobertura: 0=sin grasa de cobertura, 1=uniforme, 2= no uniforme

Engrasamiento: 0= sin grasa, 1=pobre, 2=normal, 3=buena, 4=muy buena, 5=excelente

Marmoleo de falda: 0=sin grasa, 1=bajo en grasa, 2=ligero en grasa, 3=mediana cantidad en grasa, 4=alta cantidad en grasa, 5= muy graso

Marmoleo de chuleta entre 12-13, 5-4 costilla: 0=desprovisto de grasa, 1=Trazas de grasa, 2=Leve cantidad de grasa, 3=pequeñas cantidades de grasa, 4=modesta cantidad de grasa, 5=moderada cantidad de grasa

6.4 Comportamiento de las variables por región

Las variables objetivas medidas en las canales bovinas por región (Cuadro 11) indican que al igual que en otros estudios dentro de un mismo país existen diferencias entre las diferentes variables, que pueden verse afectadas por varios factores como la raza, sexo, edad, sistema de alimentación, peso y edad al sacrificio entre otros (Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2004; Monson *et al.*, 2004; Nuñez *et al.*, 2005; Martínez *et al.*, 2006). El peso de los animales vivos antes del sacrificio solo se pudo obtener en las regiones norte y sur, indicando que estos rastros cuentan con salas de corte y deben obtener rendimientos al despiece, por lo que se les hace necesario pesar a los animales de forma individual en vivo.

No se encontraron diferencias significativas entre los pesos vivos de los animales muestreados en el norte y en el sur del país (458.01 y 456.95 kg, respectivamente). Otros estudios realizados en México, reportan pesos vivos de animales sacrificados en Nayarit de la raza Criolla y Guzerat con pesos inferiores a los reportados en este estudio y que comprendían de 300 a 400 kg (Martínez *et al.*, 2006). Investigaciones en diferentes regiones de un mismo país muestran que en general se tiende a tener un peso vivo al sacrificio muy similar que responde a las exigencias del mercado, esto se puede comprobar en el estudio del ITCR en diferentes regiones de Costa Rica: Norte, Chorotega y Atlántica (435, 424 y 422 kg respectivamente) (Instituto Tecnológico de Costa Rica 2004). Los pesos de las canales calientes en las tres diferentes regiones norte, centro y sur (292.34, 305.65 y 279.17 respectivamente) presentan diferencias significativas ($P < 0.005$), siendo superiores a los reportados en Costa Rica y Oaxaca que incluían novillas, vacas, toros jóvenes, toros y a los animales de las razas Guzerat y criollo (Instituto Tecnológico de Costa Rica 2004; Martínez *et al.*, 2006; Nuñez *et al.*, 2005, pero encontrándose pesos similares superiores a

los 300 kg en la región del norte y en toros sacrificados en los valles centrales de Oaxaca. Estas diferencias en los pesos de las canales en caliente nos da a entender que los animales, a pesar de llevar pesos vivos similares no son del mismo origen racial, o bien no llevan el mismo tipo de alimentación (en la región sur predomina el pastoreo lo que provoca mayor capacidad del aparato digestivo) y por lo tanto una vez vacías de vísceras, las canales del sur como se puede apreciar pierden mucho mas peso que las de las otras regiones.

A partir de los resultados obtenidos se detectó que las regiones norte y centro presentan unos espesores de grasa mayores a nivel de la 4ta vértebra lumbar, 12-13 y 7-6 vértebra torácica, en comparación con los de la región del sur ($P < 0.005$). Con respecto a la medición de la grasa en las vértebras torácicas 4-5 las canales que presentaron mayor grosor (0.52 cm) fueron las del centro, seguidas de las de la región norte (0.48 cm) y finalmente la región sur (0.39 cm; $P < 0.005$). Al realizar las evaluaciones del grosor de grasa en la chuleta a $\frac{3}{4}$ partes de la línea media se encontró que solo las regiones norte y sur realizan el corte entre la 12-13 costilla, siendo el espesor de grasa mayor en las canales de la región norte que en las del sur ($P < 0.005$). Y al realizar las mediciones a nivel de la 4-5 costilla a $\frac{3}{4}$ partes de la línea media, las únicas regiones que participaron fueron las del centro y del sur, sin diferencia estadística significativa entre ellas.

En cuanto a las longitudes de la canal, pudimos observar que las canales de la región sur son cortas (122.89 cm) comparadas con las del centro (124.25 cm; $P < 0.005$). En lo que corresponde a la profundidad del tórax en las diferentes regiones, difieren entre si ($P < 0.005$), siendo las canales de la región centro las que tienen mayor amplitud (58.51 cm), seguida de las de la región del sur (57.80 cm) y finalmente de las de la región del norte

(56.18 cm). Esto es un indicativo de que en la región centro predomina el ganado lechero y el de doble propósito.

Al analizar los indicadores de raza en las diferentes regiones del país por medio del alto y largo de giba, encontramos que la región del sur tiene un mayor porcentaje del género *Bos indicus*, en comparación con las regiones norte y centro ($P < 0.005$), tanto en la altura como en la longitud.

Con respecto a las mediciones realizadas del área de chuleta cortada entre la 12-13 vértebra torácica, solo se realizó en las regiones norte y sur, encontrándose áreas de chuleta mayores en la región norte, que en la sur ($P < 0.005$). Y en el área de chuleta medida entre la 4-5 vértebra torácica de las regiones centro y sur no se encontró diferencia estadística significativa. Esto coincide con los datos que nos señalan que las canales del norte tienen un componente mayor de animales *Bos taurus*, conocidos por su mayor producción de carne. Igualmente se encontró que los rendimientos comerciales que se obtuvieron en la región norte fueron superiores que los encontrados en la región sur ($P < 0.005$). En lo que respecta al índice de compacidad, las canales de la región norte presentan un índice menor ($P < 0.005$) con respecto a las canales de las otras dos regiones, sin embargo la región centro y sur no presentan diferencia.

Cuadro 11. Variables objetivas de las canales bovinas por región

Parámetros	Norte		Centro		Sur		n Total
	n	Media ± E.S	n	Media ± E.S	n	Media ± E.S	
Peso vivo kg	304	458.01 ^a ± 3.17	ND	ND	542	456.95 ^a ± 2.37	846
Peso canal caliente kg	418	292.34 ^a ± 1.97	241	305.65 ^b ± 2.60	656	279.17 ^c ± 1.57	1315
Peso canal fría kg	418	287.00 ^a ± 1.92	65	301.94 ^b ± 4.87	397	279.87 ^{ac} ± 2.24	880
Espesor de grasa en vértebra lumbar 4 (cm)	406	0.79 ^a ± 0.03	428	0.67 ^a ± 0.03	828	0.55 ^b ± 0.02	1662
Espesor de grasa en vértebra torácica 12-13 (cm)	412	0.61 ^a ± 0.03	431	0.59 ^a ± 0.03	829	0.43 ^b ± 0.02	1672
Espesor de grasa en vértebra torácica 6-7 (cm)	386	0.79 ^a ± 0.03	411	0.57 ^b ± 0.03	818	0.45 ^c ± 0.02	1615
Espesor de grasa en vértebra torácica 4-5 (cm)	299	0.48 ^{ab} ± 0.04	372	0.52 ^a ± 0.03	728	0.39 ^b ± 0.02	1399
Grosor de la grasa medido 12-13 costilla (cm)	416	0.70 ^a ± 0.02	ND	ND	339	0.27 ^b ± 0.02	755
Grosor de la grasa medido 4-5 costilla (cm)	ND	ND	130	0.16 ^a ± 0.02	39	0.21 ^a ± 0.02	169
Longitud de la canal (cm)	419	123.49 ^{ac} ± 0.31	438	124.25 ^a ± 0.30	839	122.89 ^{bc} ± 0.22	1696
Profundidad de tórax (cm)	419	56.18 ^a ± 0.16	439	58.51 ^b ± 0.16	839	57.80 ^c ± 0.12	1697
Longitud de giba (cm)	398	25.05 ^a ± 0.28	441	28.54 ^b ± 0.26	838	29.87 ^c ± 0.19	1677
Altura de giba (cm)	398	9.65 ^a ± 0.20	441	10.87 ^b ± 0.19	828	12.16 ^c ± 0.14	1667
Área de chuleta medido 12-13 costillas (cm ²)	409	76.39 ^a ± 0.53	ND	ND	251	71.78 ^b ± 0.68	660
Área de chuleta medido 4-5 costillas (cm ²)	ND	ND	178	39.17 ^a ± 0.67	65	38.71 ^a ± 1.10	243
Rendimiento verdadero %	304	63.67 ^a ± 0.23	ND	ND	542	59.30 ^b ± 0.17	846
Rendimiento comercial %	303	62.93 ^a ± 0.21	ND	ND	218	54.88 ^b ± 0.25	521
Índice de compacidad	418	2.32 ^a ± 0.44	65	2.41 ^a ± 0.48	397	2.25 ^b ± 1.27	880

^{a, b, c} Las medias con superíndices diferentes en la misma línea son estadísticamente diferentes (P < 0.005)

El Cuadro 12 presenta las medias y el error estándar de las variables subjetivas utilizadas para evaluar las canales bovinas por región. En la madurez fisiológica de las canales bovinas por región, se muestra que los animales evaluados de la región sur son los más jóvenes, seguidos de la región norte y los que se sacrifican con mayor madurez son los de la región centro ($P<0.005$). En la conformación de las canales, se observa que los animales mejor conformados son los de la región norte y los que presentan una calificación menor de conformación son los de la región sur, tanto para la conformación como para el perfil de pierna ($P<0.005$).

Por otro lado, encontramos que la grasa de cobertura en las tres regiones fue totalmente diferente, para las canales de la región centro la tonalidad fue crema, y las canales de la región norte presentaron el color de la grasa más blanca ($P<0.005$). El color de la carne en la chuleta cortada entre las vértebras torácicas 12-13, presenta una coloración más clara en la región norte en comparación con la región sur ($P<0.005$), lo que concuerda con Delgado *et al.*, (2004). Para el color de la carne en la chuleta cortada entre la 4-5 costilla, las canales de la región del sur presentan una tonalidad más clara que la de la región centro ($P<0.005$). La carne de las canales de la región norte presenta una consistencia más suave en comparación con la región del sur ($P<0.005$). Cuando el corte es entre la costilla 4-5, la carne de la región sur tiene una consistencia más suave ($P<0.005$) que la del centro.

Para la distribución de la grasa de cobertura, las canales de la región del norte presentan una distribución mas uniforme, seguidas de la región del sur y las que presentaron la distribución menos uniforme fueron las de la región centro ($P<0.005$).

El porcentaje de grasa en riñón, el nivel de engrasamiento y el marmoleo de la falda tienen un comportamiento muy similar, mostrando que la región del norte presenta una superioridad de engrasamiento, seguida de la región sur, finalizando con la región del centro que presento canales con un menor grado de engrasamiento ($P < 0.005$).

Para el marmoleo de la chuleta entre la 12-13 costilla, muestreado exclusivamente en las regiones del norte y sur, quien presenta un marmoleo superior es la región del norte como era de esperarse ya que en las medidas de engrasamiento anteriores se muestra una amplia superioridad con respecto a la otra región ($P < 0.005$). El marmoleo de chuleta medido entre la 4-5 costilla entre las regiones centro y sur no presenta diferencia significativa.

Cuadro 12. Variables subjetivas de las canales bovinas por región

Parámetros	Norte		Centro		Sur		n Total
	n	Media ± E.S	n	Media ± E.S	n	Media ± E.S	
Madurez fisiológica	410	1.32 ^a ± 0.04	408	1.65 ^b ± 0.04	802	1.25 ^a ± 0.03	1620
Conformación	419	3.05 ^a ± 0.04	439	2.80 ^b ± 0.04	841	2.57 ^c ± 0.03	1699
Perfil de pierna	419	2.78 ^a ± 0.05	439	2.75 ^a ± 0.05	841	2.54 ^b ± 0.03	1699
Color de la grasa de cobertura	419	1.83 ^a ± 0.02	441	2.39 ^b ± 0.02	841	1.93 ^c ± 0.02	1701
Color de la carne en chuleta entre 12-13 costilla	414	1.94 ^a ± 0.02	ND	ND	341	2.29 ^b ± 0.02	755
Color de la carne en chuleta entre 4-5 costilla	ND	ND	168	1.95 ^a ± 0.02	53	1.75 ^b ± 0.04	221
Consistencia de chuleta medido 12-13 costilla	415	1.95 ^a ± 0.02	ND	ND	341	2.14 ^b ± 0.02	756
Consistencia de chuleta medido 4-5 costilla	ND	ND	168	2.00 ^a ± 0.02	53	1.85 ^b ± 0.04	221
Distribución de la grasa de cobertura	419	1.13 ^a ± 0.02	439	1.71 ^b ± 0.02	840	1.55 ^c ± 0.02	1698
Grasa de riñonada de la canal izquierda, %	304	3.01 ^a ± 0.05	273	0.66 ^b ± 0.05	711	0.98 ^c ± 0.03	1288
Engrasamiento	419	4.07 ^a ± 0.05	439	2.88 ^b ± 0.05	841	3.22 ^c ± 0.03	1699
Marmoleo de falda	419	3.30 ^a ± 0.04	439	2.46 ^b ± 0.04	841	2.56 ^b ± 0.03	1699
Marmoleo de chuleta medido 12-13 costilla	413	2.22 ^a ± 0.05	ND	ND	341	1.41 ^b ± 0.05	754
Marmoleo de chuleta medido 4-5 costilla	ND	ND	167	0.21 ^a ± 0.06	46	0.27 ^a ± 0.12	213

^{a, b, c} Las medias con superíndices diferentes en la misma línea son estadísticamente diferentes (P < 0.005)

Madurez fisiológica 1= hasta 30 meses de edad, 2=30-42 meses de edad, 3=42-72 meses de edad, 4=72-96 meses de edad, 5=mayor de 96 meses de edad.

Conformación: 1 = pobre, 2=normal, 3=buena, 4=muy buena, 5=excelente. *Perfil de pierna:* 1=cóncavo, 2=subcóncavo, 3=recto, 4=subconvexo, 5=convexo.

Color de la grasa de cobertura: 0=sin grasa de cobertura, 1=blanca, 2=crema, 3=amarilla.

Color de la carne en la chuleta entre 12-13, 5-4 costilla: 1=clara, 2=roja, 3=oscura.

Consistencia de la carne en la chuleta entre 12-13, 5-4 costilla 1=blanda, 2=normal, 3=dura.

Distribución de la grasa de cobertura: 0=sin grasa de cobertura, 1=uniforme, 2= no uniforme.

Engrasamiento: 0=sin grasa, 1=pobre, 2=normal, 3=buena, 4=muy buena, 5=excelente.

Marmoleo de falda: 0=sin grasa, 1=bajo en grasa, 2=ligero en grasa, 3=mediana cantidad en grasa, 4=alta cantidad en grasa, 5= muy graso.

Marmoleo de chuleta entre 12-13, 5-4 costilla: 0=desprovisto de grasa, 1=Trazas de grasa, 2=Leve cantidad de grasa, 3=pequeñas cantidades de grasa, 4=modesta cantidad de grasa, 5=moderada cantidad de grasa.

6.5 Comportamiento de las variables por sexo

En el Cuadro 13 presentamos las variables objetivas por sexo, las cuales nos indican que los machos sacrificados en el país presentan un mayor peso (459.60 kg) que las hembras (443.02 kg) ($P < 0.005$). En general, la literatura muestra que a la misma edad, los machos son más pesados que las hembras Lamb *et al.*, (1992). En el estudio de McKenna *et al.*, (2002) sobre la encuesta nacional de calidad de carne de bovino en EE. UU., se aprecia que las hembras pesan significativamente menos que los machos castrados, aunque este peso es superior a las hembras en México. En relación al peso de la canal caliente no se presenta diferencia estadística significativa, pero al evaluar el peso de la canal fría resulta una diferencia estadística significativa pesando más los machos que las hembras ($P < 0.005$).

En general, todos los indicadores de grasa (espesor de grasa a nivel de la vértebra lumbar 4 y vértebras torácicas 13-12 y 7-6) nos muestran que las hembras presentan mayores cantidades de grasa que los machos ($P < 0.005$), pero al evaluar el espesor de grasa a nivel de la vértebra torácica 4-5 no se encuentra una diferencia estadística significativa entre los machos y hembras. Es una característica común que las hembras tienen a depositar mas grasa que los machos con la misma alimentación Lamb *et al.*, (1992). En un estudio similar en EE. UU., se observa que las hembras tienen un grosor de la grasa en la 12-13ava vértebra torácica mayor al de los machos castrados (1.4 vs. 1.2 cm, respectivamente; McKenna *et al.*, 2002). En México, el grosor de grasa en la chuleta cortada entre la costilla 12-13 de las hembras es mayor (0.91 cm) en comparación con el de los machos (0.34 cm; $P < 0.005$) pero al evaluar el grosor de grasa en la chuleta entre la costilla 5-4 no se encontró diferencia significativa entre machos y hembras.

La longitud de la canal y la profundidad del tórax no presentaron diferencias significativas entre los machos y hembras. Al comparar la longitud de la canal en machos con otras investigaciones donde fueron evaluadas diferentes razas encontramos datos similares (Monsón *et al.*, 2004). Sin embargo, en estudios donde predomina el *Bos indicus* (donde se evalúa la raza Nelore y su cruce con Rubia Gallega) se encuentran longitudes menores a las encontradas en las canales bovinas mexicanas (Sanchez *et al.*, 2005).

La longitud como la altura de giba de las hembras fue inferior a la de los machos ($P < 0.005$).

Cuando se realizó la evaluación del área de la chuleta media entre la 12-13 costilla, se observa que no existe diferencia significativa entre machos y hembras, pero al evaluar el área a nivel de la costilla 4-5 se observa que los machos presentan una mayor área (40.52 cm²) que el área encontrada en las hembras (34.06 cm²) ($P < 0.005$). El área (cm²) de la chuleta cortada entre la costilla 12-13 en hembras presenta un área mayor que en otros estudios con rangos similares de peso vivo, peso de canal caliente y madurez fisiológica (Morgan *et al.*, 1991; Apple *et al.*, 1999; Lee *et al.*, 2005).

En los machos encontramos un área de chuleta (cm²) superior con rangos similares de peso vivo, y madurez fisiológica (Sami *et al.*, 2004), al igual que cuando se compara con machos de las razas Hereford, Brahman y Nelore (Wheeler *et al.*, 2001; Luz *et al.*, 2003¹).

La chuleta cortada a nivel de la costilla 4-5 en machos expresa un área (cm²) superior al compararse con machos de las razas Frisona, Jersey y Roja Danesa, pero al compararse con razas South Devon, Simmental y Asturiana de los Valles presenta una menor área (Monsón *et al.*, 2004).

El rendimiento verdadero y el rendimiento comercial de las hembras fue mayor (63.22% y 62.43% respectivamente) en comparación con los machos (60.50% y 58.77% respectivamente) ($P < 0.005$).

El índice de compacidad en las hembras es menor en comparación con los machos ($P < 0.005$).

Cuadro 13. Variables objetivas de las canales bovinas por sexo

Parámetros	Hembra		Macho		n Total
	n	Media ± E.S	n	Media ± E.S	
Peso vivo kg	116	443.02 ^a ± 5.10	729	459.60 ^b ± 2.03	845
Peso canal caliente kg	245	287.37 ^a ± 2.66	1068	288.36 ^a ± 1.27	1313
Peso canal fría kg	292	284.28 ^a ± 2.31	587	287.96 ^b ± 1.63	879
Espesor de grasa en vértebra lumbar 4 (cm)	351	0.67 ^a ± 0.04	1306	0.63 ^a ± 0.02	1657
Espesor de grasa en vértebra torácica 12-13 (cm)	357	0.63 ^a ± 0.03	1310	0.49 ^b ± 0.02	1667
Espesor de grasa en vértebra torácica 6-7 (cm)	350	0.79 ^a ± 0.03	1620	0.50 ^b ± 0.02	1620
Espesor de grasa en vértebra torácica 4-5 (cm)	173	0.51 ^a ± 0.05	1222	0.43 ^a ± 0.02	1395
Grosor de la grasa medido 12-13 costilla (cm)	221	0.91 ^a ± 0.03	533	0.34 ^b ± 0.02	754
Grosor de la grasa medido 5-4 costilla (cm)	46	0.16 ± 0.02	123	0.17 ± 0.01	169
Longitud de la canal (cm)	362	124.11 ^a ± 0.33	1331	123.18 ^a ± 0.17	1993
Profundidad de tórax (cm)	362	57.51 ^a ± 0.18	1332	57.60 ^a ± 0.09	1694
Longitud de giba (cm)	343	25.58 ^a ± 0.31	1331	29.09 ^b ± 0.16	1674
Altura de giba (cm)	340	10.27 ^a ± 0.22	1324	11.46 ^b ± 0.11	1664
Área de chuleta medido 12-13 costillas (cm ²)	218	73.40 ^a ± 0.74	442	75.33 ^a ± 0.52	660
Área de chuleta medido 4-5 costillas (cm ²)	64	34.06 ^a ± 1.00	177	40.52 ^b ± 0.60	241
Rendimiento verdadero %	116	63.22 ^a ± 0.41	729	60.50 ^b ± 0.17	845
Rendimiento comercial %	113	62.43 ^a ± 0.49	408	58.77 ^b ± 0.26	521
Índice de compacidad	292	0.90 ^a ± 0.05	587	1.32 ^b ± 0.04	879

^{a, b, c} Las medias con superíndices diferentes en la misma línea son estadísticamente diferentes (P < 0.005)

En el Cuadro 14 se muestra que la madurez fisiológica de las hembras es mayor comparado con la de los machos (1.26) ($P < 0.005$). En lo referente a la conformación y perfil de pierna no se observan diferencias estadísticas significativas.

Cuando evaluamos la coloración de la grasa de cobertura encontramos que las hembras presentan una tonalidad más blanquecina que los machos ($P < 0.005$). El color de la carne en la chuleta cortada entre la 12-13 costilla de las hembras es más claro que el de los machos ($P < 0.005$).

El color de la carne en la chuleta al ser cortada entre la costilla 5-4 no presenta diferencia estadística significativa entre machos y hembras.

Los indicadores de consistencia en chuletas cortadas entre la costilla 12-13 muestran que las hembras presentan más suavidad que los machos ($P < 0.005$), por otro lado la consistencia de la chuleta al ser cortada en la costilla 5-4 muestra la misma consistencia tanto para machos como para hembras.

Cuando se evaluó la distribución de la grasa de cobertura y el porcentaje de grasa en el riñón y pelvis encontramos que las hembras presentan una distribución más uniforme al igual que mayor porcentaje de grasa en el riñón, en comparación con los machos ($P < 0.005$).

En lo referente al marmoleo de falda y de la chuleta cortada entre la 12-13 costilla podemos observar que las hembras nuevamente superan a los machos en estas dos variables subjetivas ($P < 0.005$). Para el marmoleo de chuleta a nivel de la costilla 4-5 podemos observar que no existe diferencia significativa entre los sexos en esta variable.

Cuadro 14. Variables subjetivas de las canales bovinas por sexo

Parámetros	n	Hembra	
		Media ± E.S	n
Madurez fisiológica	350	1.74 ^a ± 0.05	1267
Conformación	362	2.77 ^a ± 0.05	1332
Perfil de pierna	362	2.66 ^a ± 0.05	1332
Color de la grasa de cobertura	362	1.78 ^a ± 0.03	1334
Color de la carne en chuleta entre 12-13 costilla	221	1.95 ^a ± 0.03	532
Color de la carne en chuleta entre 4-5 costilla	65	1.85 ^a ± 0.04	155
Consistencia de chuleta medido 12-13 costilla	221	1.91 ^a ± 0.03	533
Consistencia de chuleta medido 4-5 costilla	65	1.96 ^a ± 0.03	155
Distribución de la grasa de cobertura	362	1.41 ^a ± 0.03	1331
Grasa de riñonada de la canal izquierda, %	201	2.55 ^a ± 0.08	1083
Engrasamiento de la canal	362	3.44 ^a ± 0.06	1332
Marmoleo de falda	362	3.09 ^a ± 0.05	1332
Marmoleo de chuleta medido 12-13 costilla	220	2.47 ^a ± 0.06	532
Marmoleo de chuleta medido 4-5 costilla	60	0.21 ^a ± 0.10	152

^{a, b, c} Las medias con superíndices diferentes en la misma línea son estadísticamente diferentes (P < 0.005)

Madurez fisiológica 1= hasta 30 meses de edad, 2=30-42 meses de edad, 3=42-72 meses de edad, 4=72-96 meses de edad, 5=mayor de 96 meses de edad.

Conformación: 1 = pobre, 2=normal, 3=buena, 4=muy buena, 5=excelente.

Perfil de pierna: 1=cóncavo, 2=subcóncavo, 3=recto, 4=subconvexo, 5=convexo.

Color de la grasa de cobertura: 0=sin grasa de cobertura, 1=blanca, 2=crema, 3=amarilla.

Color de la carne en la chuleta entre 12-13, 5-4 costilla: 1=clara, 2=roja, 3=oscura.

Consistencia de la carne en la chuleta entre 12-13, 5-4 costilla 1=blanda, 2=normal, 3=dura.

Distribución de la grasa de cobertura: 0=sin grasa de cobertura, 1=uniforme, 2= no uniforme.

Engrasamiento: 0=sin grasa, 1=pobre, 2=normal, 3=buena, 4=muy buena, 5=excelente.

Marmoleo de falda: 0=sin grasa, 1=bajo en grasa, 2=ligero en grasa, 3=mediana cantidad en grasa, 4=alta cantidad en grasa, 5= muy graso.

Marmoleo de chuleta entre 12-13, 5-4 costilla: 0=desprovisto de grasa, 1=Trazas de grasa, 2=Leve cantidad de grasa, 3=pequeñas cantidades de grasa, 4=modesta cantidad de grasa, 5=moderada cantidad de grasa.

7. CONCLUSIONES

Este estudio muestra que los animales sacrificados en México en plantas comerciales, son relativamente homogéneos, que responden a cruza con alto componente *Bos indicus*, especialmente en el sur. Otra característica encontrada es que los animales son sacrificados a un peso promedio de 457 kg, con un rendimiento comercial del 60%, un engrasamiento regular que se puede observar por el espesor de grasa a nivel de la 12.13 costilla de 0.51 cm. También se ha podido comprobar que los animales llegan al sacrificio con una edad de aproximadamente 15 meses, con una buena conformación muscular, una coloración de la grasa de cobertura crema, un color de la carne a nivel de la chuleta de rojo cereza, con una consistencia suave, un nivel de grasa a nivel de riñón y pelvis de 1.4% y un marmoleo de trazas a nivel de la chuleta cortada entre la 12-13 costilla.

En el norte del país se encontraron las canales con las mejores conformaciones, engrasamiento (cobertura y grasa a nivel de riñón, pelvis y marmoleo de chuleta), color de la grasa de cobertura y área de la chuleta. También se pudo observar que las canales del norte y sur se sacrifican en promedio con una menor madurez fisiológica que las del centro.

Por último se pudo observar que los machos son en general más pesados que las hembras y que estas presentan mayor engrasamiento, mayor grasa a nivel del riñón, pelvis, rendimiento, mayor marmoleo de chuleta y un color más claro en la grasa de cobertura es de un color que el de los machos.

8. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la valiosa colaboración y apoyo de las siguientes personas e instituciones, que permitieron la culminación exitosa del presente trabajo:

- Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), por el financiamiento otorgado para realización de la presente investigación, a través del proyecto PAPIIT IN-214603.
- Personal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, especialmente al Dr. Danilo Méndez Medina y a la Dra. Maria Salud Rubio Lozano, por su apoyo y comprensión.
- Al Sr. Miguel Laguna por su apoyo en el Centro de Acopio y Distribución Ferreria.
- A los rastros municipales de Guadalajara y Zapopan.
- A los rastros TIF de Torreón, Mexicali, Cuenca del Papaloapan, empacadora Romar y al frigorífico de la unión ganadera de Tabasco.
- Mis tutores Dr. Pedro Garcés Yépez, Dr. José Manuel Berruecos Villalobos y al Dr. Antonio Gómez Alcántara.
- Al MVZ. Marco Antonio Pérez Miranda.
- A mi familia y amigos.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Aberle ED, Reeves ES, Judge MR, Hunsley RE, Perry TW. Palatability and muscle characteristics of cattle with controlled weight gain: Time on a high energy diet. *J Anim Sci* 1981;52:757-763.
2. Abraham HC, Murphey CE, Cross HR, Smith GC, Franks WJ Jr. Factors affecting beef carcass cutability: an evaluation of the USDA yield grades for beef. *J Anim Sci* 1980;50:841-851
3. Adams NJ, Smith GC, Carpenter ZL. Carcass and palatability characteristics of Hereford and Cross breed steers. *J Anim Sci* 1977;45:438-448.
4. Albaugh A, Carroll FD, Ellis KW, Albaugh R. Comparison of carcasses and meat from steers, short scrotum bulls and intact bulls. *J Anim Sci* 1975;41:1627-1631.
5. Apple JK, Davis JC, Sphenson J, Hankins JE, Davis JR, Beaty SL. Influence of body condition score on carcass characteristics and subprimal yield from cull beef cows¹. *J Anim Sci* 1999;77:2660-2669.
6. ASERCA. Claridades Agropecuarias Situación de la producción de carne de bovino en México 2002; 109: 3-32.
7. Asociación Mexicana de Engordadores de Ganado Bovino A.C. Indicadores Económicos del Subsector Bovinos-Carne. 6^a edición noviembre del 2003:15-18.
8. AUS-MEAT. Standard Manual. Chiller Assessment Program. AUS-MEAT limited, 1999.
9. Bailey AJ, Shimokomaki M. Age related changes in reducible crosslinks of collagen. *FEBS Letters* 1971;16:86.

10. Bailey AJ. The basis of meat texture. *J Sci Food Agric* 1972;23:995-1007.
11. Bennett LL, Hammond AC, Williams MJ, Kunkle WE, Jonson DD, Preston RL, Millar MFJ. Performance, carcass yield, and carcass quality characteristics of steers finished on Rhizoma Peanut (*Arachis glabrata*)-Tropical grass pasture or concentrate. *J Anim Sci* 1995;73:1881-1887.
12. Berry BW, Leddy KF, Bond J, Rumsey TS, Hammond AC. Effects of silage diets and electrical stimulation on the palatability, cooking and pH characteristics of beef loin steaks. *J Anim Sci* 1988;66:892-900.
13. Berry BW, Smith GC, Carpenter ZL. Beef carcass maturity indicators and palatability attributes. *J Anim Sci* 1974;38:507-514.
14. Bjelka M, Šubrt J, Polách P, Krestýnová M, Uttendorfský K. Carcass quality in crossbred bulls in relation to SEUROP system grading. *Czech J Anim Sci* 2002;47:467-47.
15. Boleman SL, Boleman SJ, Morgan WW, Hale DS, Griffin DB, Savell JW, Ames RP, Smith MT, Tatum JD, Field TG, Smith GC, Gardner BA, Morgan JB, Northcutt SL, Dolezal HG, Gill DR, Ray FK. National beef quality audit—1995: Survey of producer-related defects and carcass quality and quantity Attributes¹. *J Anim Sci* 1998;76:96-103.
16. Bowling RA, Smith GC, Carpenter ZL, Dutson TR, Oliver WM. Comparison of forage-finished and grain-finished carcasses. *J Anim Sci* 1977;45:209-215.
17. Brackebusch SA, Carr TR, McKeith FK, Dutton DM, McLaren DG. Relationship between marbling group and major muscle contribution to beef carcass mass. *J Anim Sci* 1991;69:625-630.
18. Carmichael DJ, Lawrie RA. Bovine collagen I. Changes in collagen solubility with animal age. *J Food Technol* 1967;2:299.

19. Casas E, White SN, Riley DG, Smith TPL, Brenneman RA, Olson TA, Jonson DD, Coleman SW, Bennett GL, Chase CC Jr. 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* 2005;83:13-19.
20. Chambaz A, Scheeder MRL, Kreuzer M, Dufey PA. Meat quality of Angus, Simmental, Charolais and Limousin steers compared at the same intramuscular fat content. *Meat Science* 2003;63:491-500.
21. Clayton CO, Everett LM, Craig AD. Production and carcass characteristics of angus and charolais X angus steers. *J Anim Sci* 1979;48:239-245
22. Cross HR and Savell JW. What do we need for a value-based beef marketing system? *Meat Science* 1994;36:19-27.
23. Cross HR, Carpenter ZL, Smith GC. Effects of intramuscular collagen and elastin on bovine muscle tenderness. *J Food Sci* 1973;38:988.
24. Cross HR, Sorinmade SO, Ono K. Effect of electrical stimulation on carcasses from stressed and unstressed steers. *J Food Qual* 1983;6:73-79.
25. Crouse JD, Cundiff LV, Koch RM, Koohmaraie M, Seideman SC. Comparisons of *Bos indicus* and *Bos taurus* inheritance for carcass beef characteristics and meat palatability. *J Anim Sci* 1989;67:2661-2668.
26. Davis GW, Cole AB, Backus WR, Melton SL. Effect of electrical stimulation on carcass quality and meat palatability of beef from forage- and grain-finished steers. *J Anim Sci* 1981;53:651-657.
27. Delgado SEJ. Calidad y nivel de residuos de β -agonistas adrenérgicos en carne de bovino nacional e importada en México. México D.F: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM, 2004.

28. Dinius DA, Cross HR. Feedlot performance, carcass characteristics and meat palatability of steers fed concentrate for short periods. *J Anim Sci* 1978;47:1109-1113
29. Dolezal HG, Smith GC, Savell JW, Carpenter ZL. Effect of time-on-feed on the palatability of rib steaks from steers and heifers. *Journal of Food Science* 1982;47:368-373.
30. Fergus MC. Color as a factor in food choice. *Crit Rev Food Sci Nutr* 1993;33:83-101.
31. Fiems LO, Campeneere De S, Caelenbergh Van W, Boever De JL, Vanacker JM. Carcass and meat quality in double-muscled Belgian Blue bulls and cows. *Meat Science* 2003;63:345-352.
32. Fisher AV Wood JD, Fisher AV. New approaches to measuring fat in the carcasses of meat animals. In. *Reducing fat in meat animals*. UK Bristol, 1990.
33. French P, O'Riordan EG, Monahan FJ, Caffrey PJ, Vidal M, Money MT, Troy DJ, Moloney AP. Meat quality of steers finished on autumn grass, grass silage or concentrate-based diets. *Meat science* 2000;56:173-180.
34. Garcia-de-Siles JL, Ziegler JH, Wilson LL. Effects of marbling and conformation scores on quality and quantity characteristics of steer and heifer carcasses. 1977
35. Gatillier P, Mercier Y, Juin H, Renerr M. Effect of finishing mode (pasture- or mixed- diet) on lipid composition, colour stability and lipid oxidation in meat from Charolais cattle. *Meat Science* 2005;69:175-186.
36. Goll DE, Bray RW, Hoekstra WG. Age-associated changes in muscle composition. The isolation and properties of a collagenous residue from bovine muscle. *J Food Sci* 1963;28:503.

37. Hedrick HB, Paterson JA, Matches AG, Thomas JD, Morrow RE, Stringer WC, Lipsey RJ. Carcass and palatability characteristics of beef produced on pasture, corn silage and corn grain. *J Anim Sci* 1983;54:791-801.
38. Herring HK, Cassesns RG, Briskey EJ. Factors affecting collagen solubility in bovine muscles. *J Food Sci* 1967;32:534.
39. Hidiroglou N, McDowell LR, Jonson DD. Effect of diet on performance, lipid composition of subcutaneous adipose and liver tissue of beef cattle. *Meat Sci* 1987;20:195-200.
40. Hill F. The solubility of intramuscular collagen in meat animals of various ages. *Journal of Food Science* 1966;31:161-166.
41. Hilton GG, Tatum JD, Williams SE, Belk KE, Williams FL, Wise JW, Smith GC. An evaluation of current and alternative systems for quality grading carcasses of mature slaughter Cows. *J Anim Sci* 1998;76:2094–2103.
42. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Estadística de Sacrificio de Ganado en Rastros Municipales por Entidad Federativa. México (Ags.): INEGI, 2001
43. Japan Meat Grading Association. *New Beef Carcass Grading Standards*. Tokio Japan, 1998.
44. Jensen WK. Optical Probes: Single probes and classification system. In: *Proceedings of the symposium “Electronic evaluation of Meat in Support of Value-Based Marketing”*. Purdue University. 1991:11-22.
45. Johnson DD, Huffman RD, Williams SE, Hargrove DD. Effects of percentage Brahman and Angus breeding, age-season of feeding and slaughter end point on meat palatability and muscle characteristics. *J Anim Sci* 1990a;68:1980-1986.

46. Johnson ER, Ball B. Prediction of the commercial yield of beef from carcass destined for the Japanese market by using measurements from the carcass and non-carcass parts. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 1989;29:489-496.
47. Kempster AJ, Wood JD and Fisher AV. Marketing procedures to change carcass composition. In: *Reducing fat in meat animals*. UK: Bristol, 1990.
48. Kirton AH. Current methods of on-line carcass evaluation¹. *J Anim Sci* 1989;67:2155-2163.
49. Kirton AH. Principles of classification and grading. In: *Meat production and processing*. New Zealand Society of Animal Production. Occasional publication 1989 number 11.
50. Koch RM, Dikeman ME, Allen DM, May M, Crouse JD, Campio DR. Characterization of biological types of cattle III. Carcass composition, quality and palatability. *J Anim Sci* 1976;43:48-62.
51. Lamb MA, Tess MW, Robison OW. Evaluation of mating systems involving five breeds for integrated beef production systems: II. Feedlot segment^{1,2}. *J Anim Sci* 1992;70:700-713
52. Lawrence TE, Whatley JD, Montgomery TH, Perino LJ, Dikeman ME. Influence of dental carcass maturity classification on carcass traits and tenderness of longissimus steaks from commercially fed cattle¹. *J Anim Sci* 2001;79:2092-2096.
53. Leach TM, Akers LM. A note on the determination of age of cattle at slaughter by visual assessment of the stage of ossification of bones in sides of beef. *Anim Prod* 1972;14:371-373.

54. Leander RC, Hedrick HB, Stringer WC, Clark JC, Thompson GB, Matches AG. Characteristics of bovine *longissimus* and *semitendinosus* muscles from grass and grain-fed animals. J Anim Sci 1978;46:965-970.
55. Lee JM, Yoo YM, Park BY, Chae HS, Hwang IH, Choi YI. A research note on predicting the carcass yield of korean native cattle (Hanwoo). Meat Science. 2005;69:583-587.
56. Light ND, Bailey AJ. Covalent crosslinks in collagen: Characterization and relationship to connective tissue disorders. In "Fibrous Proteins: Scientific, Industrial and Medical Aspects". N.Y.: Academic Press, 1979.
57. López PMA, Rubio LMS. Tecnologías para la evaluación objetiva de las canales de animales de abasto. Veterinaria México 1998;29:279-289.
58. Luz SS, Leme RP, Cravo PAS, Marques PS. Correlações entre características de carcaca avaliadas por Ultra-som e Pós-abate em novillos Nelore, alimentados com altas proporções de concentrado. R Bras Zootec 2003;32:1236-1242.
59. Martínez VG, Bustamante GJJ, Palacios FJA, Montaña BM. Efectos raciales y heterosis materna criollo-guzerat para crecimiento posdestete y características de la canal. Tec Pecu Mex 2006;44:107-118.
60. May SG, Dolezal HG, Gill DR, Ray FK, Buchanan DS. Effects of days fed, carcass grade traits, and subcutaneous fat removal on postmortem muscle characteristics and beef palatability. J Anim Sci 1992;70:444-453.
61. McKenna DR, Roeber DL, Bates PK, Schmidt TB, Hale DS, Griffin DB, Savell JW, Brooks JC, Morgan JB, Montgomery TH, Belk KE, Smith GC. National beef quality Audit–2000: Survey of targeted cattle and carcass characteristics related to quality, quantity, and value of fed steers and heifers¹. J Anim Sci 2002;80:1212–1222.

62. Meat and Livestock Commission. Beef Carcass Authentication Service. Meat and Livestock Commission, 1992.
63. Miller RK, Tatum JD, Cross HR, Bowling RA, Clayton RP. Effects of carcass maturity on collagen solubility and palability of beef from grain-finished steers. *Journal of Food Science* 1983;48:484-486.
64. Mitchell GE, Reed AW, Rogers SA. Influence of feeding regimen on the sensory qualities and fatty acid contents of beef steaks. *Journal of Food Science* 1991;56:1102-1103.
65. Monsón F, Campo MM, Panea B, Sañudo C, Olleta JL, Albertí P, Ertbjerg P, Christiansen M, Gigli S, Failla S, Gaddini A, Hocquette JF, Jailler R, Nute GR, Williams JL. Relación entre medidas objetivas y subjetivas de la conformación en 15 razas Europeas de vacuno 2004.
66. Monsón F, Sañudo C, Sierra I. Influence of cattle breed and ageing time on testural meat quality. *Meat Science* 2004;58:595-602.
67. Morgan JB, Miller RK, Mendez FM, Hale DS, Savell JW. Using calcium chloride injection to improve tenderness of beef from mature cows¹. *J Anim Sci* 1991;69:4469-4476.
68. New Zealand Meat. New Zealand Meat Guide to Beef Classification. New Zealand Meat Board, 1996.
69. New Zealand Meat. New Zealand Meat Guide to Beef Classification. New Zealand Meat Board, 1996.
70. Norma Mexicana SECOFI 078 Clasificación de Canales de Bovino. NMX-FF-SCFI-078-2002.

71. Nuñez GFA, García MJA, Hernández BJ, Jiménez CJA. Caracterización de canales de ganado bovino en los valles centrales de Oaxaca. *Tec Pecu Méx* 2005;43:219-228.
72. Oportunidades de desarrollo en la industria de la carne de bovino en México FIRA, boletín informativo. 1999 Vol. 32, No. 312.
73. Page JK, Wulf DM, Schwotzer TR. A survey of muscle color and pH. *J Anim Sci* 2001;79:678-687.
74. Perry D, Thomson JM. The effect of growth rate during backgrounding and finishing on meat quality traits en beef cattle. *Meat Science* 2005;69:691-702.
75. Propuesta para el establecimiento del programa nacional de clasificación de canales bovinas de Costa Rica. “Informe de avance: Características de las canales bovinas sacrificadas en Costa Rica”. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Sede San Carlos. 2004
76. Purchas RW, Buttler-Hogg BW, Davies AS. In: *Meat production and processing*. New Zealand Society of Animal Production. Occasional publication 1989 number 11:1-11.
77. Purchas RW. An assessment of the role of pH differences in determining the relative tenderness of meat from bulls and steers. *Meat Science* 1990;27:129-140.
78. Reglamento (CEE) nº 2237/91 del Consejo, un modelo comunitario de clasificación de canales bovino pesado.
79. Rubio LM, Méndez MD. Calidad de la carne de animales de abasto I. *Ganadero* 1997;12:28-34.

80. Sami AS, Augustini C, Schwarz FJ. Effects of feeding intensity and time on feed on performance, carcass characteristics and meat quality of Simmental bulls. *Meat Science* 2004;67:195-201.
81. Sánchez L, Carballo JA, Sánchez B, Monserrat L. Características de la canal y de la carne de machos procedentes del cruce de rubia gallega con nelore. *Archivos de Zootecnia* 2005;54:206-27.
82. SAS. 1998. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
83. Schenkel FS, Miller SP, Ye X, Moore SS, Nkrumah JD, Li C, Yu J, Mandell IB, Wilton JW, Williams JL. Association of single nucleotide polymorphisms in the leptin gene with carcass and meat quality traits of beef cattle¹. *J Anim Sci* 2005;83:2009–2020.
84. Schroeder JW, Cramer DA, Bowling RA, Cook CW. Palatability, shelf life and chemical differences between forage- and grainfinished beef. *J Anim Sci* 1980;50:852-859.
85. Secretaria de agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. Anuario estadístico de la producción pecuaria de los Estados Unidos Mexicanos. México (DF) SAGARPA, 2002.
86. Seideman SC, Cross HR, Crouse JD. Carcass characteristics, sensory properties and mineral content of meat from bulls and steers. *J of Food Quality* 1989;11:497-507.
87. Sherbeck JA, Tatum JD, Field TG, Morgan JB, Smith GC. Feedlot performance, carcass traits, and palatability traits of Hereford and Hereford x Brahman steers. *J Anim Sci* 1995;73:3613-3620.
88. Shimokomaki M, Elsdén DF, Bailey AJ. Meat tenderness: Age related changes in bovine intramuscular collagen. *J Food Sci* 1972;37:892-896.

89. Shorthose WR, Brownlie LE, Hall WJA, Fabiansson SU. The assessment of meat quality. In: The automated measurement of beef 1989;137-142.
90. Smith GC, Cross HR, Carpenter ZL, Murphey CE, Savell JW, Abraham HC, Davis GW. Relationship of USDA maturity groups to palatability of cooked beef. J Food Sci 1982;47:1100-1107.
91. The Canadian Beef Grading Agency. Grading Beef in Canada. The Canadian Beef grading Agency, 1996.
92. Trueta SR. Crónica de una muerte anunciada, impactos del TLC en la ganadería bovina mexicana. Memorias del XXVII Congreso Nacional de Buiatría; 2003 junio 12-14; Villahermosa (Tabasco) México. México (DF): Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, AC, 2003: 57-89.
93. United States Department of Agriculture. United States Standards for Grades of Carcass Beef. United States Department of Agriculture, 1996.
94. Van Soest PJ. Nutricional Ecology of the Ruminant. 2nd ed. NY Comstock Publishing, Cornell University Press, 1994.
95. Vestergaard M, Therkildsen M, Henckel P, Jensen LR, Anderson HR, Sejrsen K. Influence of feeding intensity, grazing and finishing feeding on meat and eating quality of young bulls and the relationship between muscle fibre characteristics, fibre fragmentation and meat tenderness. Meat Sci 2000;54:187-195.
96. Villegas G, Bolaños A, Olguín L. La ganadería en México I. México: Plaza y Valdés, 2001.
97. Wheeler TL, Cundiff LV, Shackelford SD, Koohmaraie M. Characterization of biological types of cattle (Cycle V): Carcass traits and longissimus palatability^{1,2}. J Anim Sci 2001;79:1209-1222.

98. Wheeler TL, Davis GW, Clark JR, Ramsey CB, Rourke TJ. Composition and palatability of early and late maturing beef breed types. *J Anim Sci* 1989;67:142.
99. Wheeler TL, Koothamaraie M, Crouse JD. Effects of calcium chloride injection and hot boning on the tenderness of round muscles. *J Anim Sci* 1991;69:4871-4875.
100. Wheeler TL, Savell JW, Cross HR, Lunt DK, Smith SB. Effect of postmortem treatments on the tenderness of meat from Hereford, Brahman and Brahman-cross beef cattle¹. *J Anim Sci* 1990a;68:3677-3686.
101. Wheeler TL, Savell JW, Cross HR, Lunt DK, Smith SB. Mechanisms associated with the variation in tenderness of meat from brahman and hereford cattle. *J Anim Sci* 1990b;68:4206-4220.