

**FACTORES RELACIONADOS CON LOS GRADOS DE CALIDAD Y
RENDIMIENTO DE LA CANAL DE NOVILLOS ENGORDADOS EN CORRAL**

GUADALUPE CERINO LIMÓN

T E S I S

**Presentada como requisito parcial para
Obtener el grado de**

**MAESTRO EN CIENCIAS
EN ZOOTECNIA**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
DIRECCIÓN DE POSTGRADO
PROGRAMA DE ZOOTECNIA**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Junio de 2010

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIRECCION DE POSGRADO

FACTORES RELACIONADOS CON LOS GRADOS DE CALIDAD Y RENDIMIENTO
DE LA CANAL DE NOVILLOS ENGORDADOS EN CORRAL

TESIS
POR
GUADALUPE CERINO LIMÓN

Elaborada bajo la supervisión del Comité Particular de Asesoría y aprobada como
requisito parcial, para la obtención del grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
EN ZOOTECNIA

COMITÉ PARTICULAR

Asesor Principal _____

Dr. Roberto García Elizondo

Asesor _____

Dr. Ramiro López Trujillo

Asesor _____

Dr. Jesús M. Fuentes Rodríguez

Asesor _____

Dr. Fernando Ruiz Zarate

Dr. Jerónimo Landeros Flores
Director de Postgrado

Buнавista, Saltillo, Coahuila. Junio de 2010

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por haberme brindado la oportunidad de realizar mis estudios al otorgarme la beca.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por darme la oportunidad para realizar mis estudios de postgrado.

Al Dr. Roberto García Elizondo con gran respeto y admiración le doy infinitas gracias por su apoyo, confianza, recomendaciones, sobretodo por la paciencia y por su valiosa asesoría durante mis estudios.

Al Dr. Ramiro López Trujillo mis mas sincero agradecimiento por sus valiosos y atinados consejos, por su asesoría y recomendaciones durante mis estudios.

Al Dr. Jesús M. Fuentes Rodríguez por sus comentarios y por su disposición para la revisión del presente trabajo

Al Dr. Fernando Ruiz Zarate por sus valiosos comentarios y por su disposición para la revisión del presente trabajo

Al Dr. Eduardo Aizpuru García por brindarme su confianza, amistad y consejos durante mis estudios.

Un agradecimiento especial a la Asociación Ganadera Local de Sabinas Coahuila, por brindarme los datos de los diferentes concursos para su uso en la tesis, por permitirme entrar a las clasificaciones y por su gentileza y apoyo.

Un agradecimiento especial al MC Eduardo Preciado y a Gary Parker por permitirme entrar con ellos a las clasificaciones, compartir sus conocimientos y proporcionarme parte de los datos de mi tesis.

A todos los Doctores que fueron parte importante en el transcurso de estos dos años y quienes fueron los que me ayudaron con sus conocimientos a crecer como profesionista.

A mis compañeros por sus consejos y comentarios, por su amistad y compañía a Leizza, Yadira, Miguel, Alberto, Daniel y Hugo.

DEDICATORIA

A Mi Padre Dios

Por darme la oportunidad de seguir en este mundo a pesar de varios obstáculos, gracias por mi salud y recuperación, ya que de no ser así no hubiera podido realizar mis estudios de posgrado, gracias por el entendimiento, sabiduría, fuerza y voluntad que me diste a cada instante para lograr mi objetivo.

A Mis Padres

Ma. Huga Limón Guerrero y Gerardo Cerino Rodríguez les dedico este trabajo con mucho amor, por la confianza que pusieron en mí, por el apoyo incondicional que me brindaron desde el inicio de mis estudios en el posgrado y por la motivación que me dieron siempre para seguir adelante.

A Mis Hermanos

A Mónica, Jonás, Griselda y Gerardo, les agradezco por su apoyo y por impulsarme cada día para seguir adelante y a Griselda por su compañía durante el último año de mi maestría, por sus consejos, comentarios y cariño.

COMPENDIO

FACTORES RELACIONADOS CON LOS GRADOS DE CALIDAD Y RENDIMIENTO DE LA CANAL DE NOVILLOS ENGORDADOS EN CORRAL

Por

GUADALUPE CERINO LIMON

MAESTRO EN CIENCIAS
EN ZOOTECNIA

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
Buenavista, Saltillo, Coahuila, Junio de 2010

Dr. Roberto García Elizondo - Asesor –

Palabras clave: características de la canal, grado de calidad, grado de rendimiento, novillos.

Se evaluó el efecto de características del animal vivo como; peso al sacrificio (PS), ganancia diaria de peso (GDP), altura a la cadera al sacrificio (ACS) y grupo racial (*B. taurus* x *B. taurus* y *B. taurus* x *B. indicus*), sobre las características de la canal: grados de calidad (GC), grados de marmoleo (GM), grados de rendimiento (GR), espesor de grasa subcutánea (EGS), grasa en riñón, pelvis, corazón (RPC), peso de la canal caliente (PCC) y área del músculo *Longissimus dorsi* (AML) de novillos menores de dos años engordados en corral. Se utilizaron registros de 1240 novillos y sus canales, generados en 19 años (1991-2009), en el evento anual conocido como "Concurso del Becerro Gordo", organizado por la Asociación

Ganadera Local de Sabinas, Coahuila. Los animales fueron alimentados de finales de abril a principios de septiembre en un promedio de 134 días y sacrificados con un peso promedio de 496 kg, en el rastro de Sabinas, Coahuila. Las canales fueron cortadas longitudinalmente, inmediatamente después se registró el PCC, se pasaron al cuarto frío con una temperatura de 2-4 °C. Después de 24 hr media canal fue evaluada, utilizando el sistema de clasificación de canales del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). Para lo anterior, se hizo un corte transversal entre las 12^a y 13^a vértebras torácicas y se realizaron las siguientes mediciones: GM, EGS, porcentaje de grasa en RPC y AML. Para la determinación del GR de la canal, se usó la siguiente ecuación (USDA, 1997). $GR = 2.50 + (2.5 \times \text{espesor de grasa subcutánea en pulgadas}) + (0.20 \times \% \text{ de grasa en RPC}) + (0.0038 \times \text{peso de la canal caliente en libras}) - (0.32 \times \text{área del musculo } Longissimus \text{ dorsii en pulgadas}^2)$. Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglos factoriales de tratamientos en donde año (con 19 niveles) se combinó de manera independiente con cada uno de los factores siguientes: categoría PS (4), GDP (4), ACS (4), o grupo racial (2); el número de unidades experimentales fue diferente para cada caso. Se encontró un efecto significativo ($P \leq 0.05$) de año de la engorda sobre casi todas las variables analizadas excepto para PCC ($P > 0.05$). El PS, GDP y ACS afectaron ($P \leq 0.05$) todas las características de la canal analizadas. Al incrementar el PS de los novillos, el GM, GC, GR, GS, grasa en RPC, PCC y AML aumentan, el GC fue *Select* en canales con PS menor de 579 kg y *Choice* en canales con más de 579 kg de PS, el GM fue Ligero y el GR menor de 2 para las canales de novillos con menos de 500 kg, para más de 500 kg el GM fue Pequeño y GR mayor a 2. Las canales de novillo con mayores GDP, tuvieron un incremento en el GM, GC, GR, EGS, grasa en RPC,

PCC y AML, el GM fue Ligeropromedio para los novillos con GDP de 1.20 kg y pequeño^{bajo} con GDP mayores de 1.70 kg, los novillos con GDP menores 1.45 kg alcanzaron el GC *Select*^{promedio} y el GC *Select*^{alto} fue para los de mas 1.45 kg de GDP. Los resultados muestran que cuando la ACS de los novillos aumenta existe aumento en el GM, GC, GR, GSA, RPC, PCC y AML así el GC para canales con ACS menor de 1.42 cm fue *Select* y *Choice* en canales con mas de 1.42 cm, un GM Ligeropromedio con menor ACS y Pequeño^{bajo} en canales con ACS mayor de 1.42 cm. Se encontró efecto ($P \leq 0.05$) de grupo racial para casi todas las características de la canal analizadas excepto GR. Las canales de los novillos *B. taurus* x *B. taurus* obtuvieron los mayores GM, GC, EGS, RPC, PCC y AML ($P \leq 0.05$), su GM fue Pequeño^{bajo} y GC *Select*^{alto}. Las canales con mayor porcentaje GC *Choice* o mayor tienen mayor PS, GDP y ACS (70, 52 y 58 %) y las canales con mayor porcentaje de GR 1 se encontraron en canales con menor PS, GDP y ACS (64, 60 y 55 %). Las canales de los novillos *Bt* x *Bt* tienen los mayores porcentajes de GC *Choice* o mayor y GR 1 (56.3 y 56.5 %), mientras que las canales de novillos *B. taurus* x *B. indicus* tienen el mayor porcentaje de canales con GC *Select* y *Standard* (54.6 y 22.5 %) y mayor GR 2, 3 o mayor (35.8 y 10.5 %, respectivamente). Se concluyo que novillos sacrificados con mayor peso, mayor altura a la cadera, que ganaron más peso durante la engorda y de cruza *B. taurus* x *B. taurus* producen canales de mayor calidad y menor rendimiento en cortes (mayor valor numérico de grado de rendimiento).

ABSTRACT

FACTORS RELATED TO CARCASS QUALITY AND YIELD GRADES OF FEEDLOT STEERS

By

GUADALUPE CERINO LIMON

MASTER OF SCIENCE

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
Buenavista, Saltillo, Coahuila. Junio de 2010

Dr. Roberto García Elizondo -Adviser-

Key words: Carcass characteristics, quality grade, yield grade, steers.

To evaluated the effect of live animal characteristics such as, slaughter weight (SW), average daily gain (ADG), hip height at slaughter and breed (*B. taurus* x *B. taurus* and *B. taurus* x *B. indicus*) on carcass characteristics, quality grade (QG), marbling, yield grade (YG), fat thickness, fat in kidney, pelvis and heart (KPH), hot carcass weight (HCW) and Longissimus muscle area (LM), were evaluated on steers of two or less years of age fattened in feedlots. A record of 1240 steers and their carcasses generated in 19 years (1991-2009) from the annual event known as "fatted calf contest", organized by the Local Livestock Association of Sabinas, Coahuila were used. The animals were fed late April to early September with an average of 134 days and slaughtered with an average weight of 496 kg. The carcasses were cut

longitudinally, and HWC was recorded immediately. After 24 hr in cold room with temperature of 2-4 ° C., half-carcass was evaluated using the carcass classification system, of the United States Department of Agriculture (USDA). For it a cross-section between the 12th and 13th thoracic vertebrae was performed and the following measurements were taken: marbling, fat thickness, percentage fat KPH, and LM area. YG of carcass was estimated using the following equation (USDA, 1997). $YG = 2.50 + (2.5 \times \text{fat thickness in inches}) + (0.20 \times \% \text{ fat in KPH}) + (0.0038 \times \text{HCW in pounds}) - (0.32 \times \text{LM area in square inches})$. A completely randomized design with factorial array of treatments: years (19 levels) agreed separately with each of the following factors: category SW (4) ADG (4), hip height at slaughter (4), and racial group (2) the numbers of experimental units was different for each case. It was found a significant effect ($P \leq 0.05$) from year of fattening on almost all variables analyzed except for HCW ($P > 0.05$). The SW, ADG, hip height at slaughter, affected ($P \leq 0.05$) all carcass traits analyzed. By increasing the SW of the steers, marbling, QG, YG, fat thickness, percentage fat KPH, HCW and LM area increase, the QG was *Select* carcass with less than 579 kg and *Choice* in carcass with more than 579 kg of slaughter weight, marbling Slight and YG was less than 2 for carcasses with less than 500 kg, in carcass more than 500 kg marbling Small and YG was greater than 2. Steer carcasses with higher ADG, had an increase in the marbling, QG, YG, fat thickness, percentage fat KPH, HCW and LM area increase,, the marbling was Slight^{average} steers with ADG of 1.20 kg and Small^{low} with higher 1.70 kg ADG, steers with lower 1.45 kg ADG reached *Select*^{average} and *Select*^{high} for the others was 1.45 kg of ADG. The results show that when the hip height at slaughter of the steers increases there is increase in the marbling, QG, YG, fat thickness, percentage fat

KPH, HCW and LM area, the QG for carcass with hip height at slaughter less than 1.42 cm *Choice* and *Select* with more than 1.42 cm, the marbling is Slight^{average} with less hip height at slaughter and Small^{low} in carcasses with larger 1.42 cm. Effect was found ($P \leq 0.05$) of breed for almost all carcass traits analyzed except YG. The carcasses of the steers *B. taurus* x *B. taurus* obtained the largest marbling, QG, fat thickness, percentage fat KPH, HCW and LM area ($P \leq 0.05$) Breed effect was found ($P \leq 0.05$) for almost all carcass traits analyzed except GR. The carcasses of the steers *B. taurus* x *B. taurus* obtained the largest GM, GC, EGS, CPM, CPC and AML ($P \leq 0.05$) marbling Small^{low}, QG *Select*^{high}. The carcasses with the highest percentage QG *Choice* or higher have more slaughter weight, ADG and hip height (70, 52 and 58%) and carcass with a higher percentage of YG were found in carcass with lower slaughter weight, ADG and hip height (64, 60 and 55%). The carcasses of the steers *B. taurus* x *B. taurus* have the highest percentages of QG *Choice* or higher and GR 1 (56.3 and 56.5%), while the carcass *B. taurus* x *B. indicus* steers had the highest percentage of carcasses with QG *Select* and *Standard* (54.6 and 22.5%) and increased GR 2, 3 or greater. (35.8 and 10.5% respectively). It was concluded that steers slaughtered with more weight and hip height and gained more weight during the fattening and crosses *B. taurus* x *B. taurus*, produce carcasses better quality but with lower yields cuts (higher numerical yield grade).

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
1 INTRODUCCION	1
2 REVISIÓN DE LITERATURA	3
Grados de Calidad	4
Marmoleo	5
Madurez fisiológica de la canal	5
Firmeza al corte	8
Grados de Rendimiento	9
Espesor de la grasa subcutánea	10
Grasa en riñón, pelvis y corazón	10
Peso de la canal caliente	11
Área del músculo <i>Longissimus dorsi</i>	11
Peso al Sacrificio y Características de la Canal	12
Ganancia Diaria de Peso y Características de la Canal	14
Altura a la Cadera y Características de la Canal	17
Grupo Racial y Características de la Canal	18
Hipótesis	20
3 MATERIALES Y MÉTODOS	21
Análisis Estadístico	23
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
Efecto del Peso al Sacrificio sobre Características de la Canal	25
Efecto de la Ganancia Diaria de Peso sobre Características de la Canal	30
Efecto de la Altura a la Cadera al Sacrificio sobre Características de la Canal	33
Efecto del Grupo Racial sobre Características de la Canal	37
5 CONCLUSIONES	41
6 RESUMEN	42
7 LITERATURA CITADA	43

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
2.1	Relación entre los grados de madurez de una canal y la edad cronológica aproximada del animal.	7
2.2	Porcentaje esperado de cortes primarios rebajados en grasa y parcialmente deshuesados de una canal de bovinos con diferentes grados de rendimiento	9
4.1	Promedio, desviaciones estándar (SD) y valores mínimos y máximos de características de novillos y su canal (n=1240).	24
4.2	Promedios estimados por mínimos cuadrados y error estándar (EE) promedio para características de calidad y rendimiento en cortes de la canal de novillos con diferente peso al sacrificio.	26
4.3	Promedios estimados por mínimos cuadrados y error estándar (EE) promedio para características de calidad y rendimiento en cortes de la canal de novillos con diferente ganancia diaria de peso.	30
4.4	Promedios estimados por mínimos cuadrados y error estándar (EE) promedio para características de calidad y rendimiento en cortes de la canal de novillos con diferente altura a la cadera al sacrificio.	33
4.5	Promedios estimados por mínimos cuadrados y error estándar (EE) promedio para características de calidad y rendimiento en cortes de la canal de novillos de diferente grupo racial.	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
2.1	Relación entre grados de madurez, marmoleo y calidad de la canal de bovinos.	8
4.1	Porcentaje de canales con diferente grado de calidad de novillos sacrificados a diferente peso.	27
4.2	Porcentaje de canales con diferente grado de rendimiento en cortes de novillos sacrificados a diferente peso.	28
4.3	Porcentaje de canales con diferente grado de calidad de novillos con diferente ganancia diaria de peso.	31
4.4	Porcentaje de canales con diferente grado de rendimiento en cortes de novillos con diferente ganancia diaria de peso.	32
4.5	Porcentaje de canales con diferente grado de calidad de novillos sacrificados a diferente altura a la cadera.	34
4.6	Porcentaje de canales con diferente grado de rendimiento en cortes de novillos sacrificados a diferente altura a la cadera.	36
4.7	Porcentaje de canales con diferente grado de calidad de novillos de diferente grupo racial.	38
4.8	Porcentaje de canales con diferente grado de rendimiento en cortes de novillos de diferente grupo racial.	39

1 INTRODUCCION

En el contexto de la economía agropecuaria nacional, la industria de la carne de bovino juega un papel muy importante, sumada a la función abastecedora para suplir los requerimientos nutricionales de la población, mediante el aporte de proteínas.

Por lo anterior, entidades del gobierno y del sector privado se han planteado la necesidad de crear y establecer normas para la industria de la carne y en particular, que estén relacionadas con sistemas de clasificación y tipificación de carnes. Esto con el propósito de ordenar la cadena productiva de la carne y hacerla eficiente y competitiva en el mercado internacional.

La evaluación de las características de la canal, son relevantes para los consumidores, productores de ganado y empacadoras de carne. Así, las canales con mejores estándares de calidad y rendimiento son las más valiosas (Méndez *et al.*, 2009).

La clasificación de carnes y canales se basa en la asignación de grados, los cuales determinan la aceptabilidad y el valor comercial de una canal. La clasificación incluye dos aspectos importantes: grados de calidad de la canal y rendimiento en cortes. Estos dos factores y el peso de la canal determinan su valor económico (BIF, 2002).

Debido a que los consumidores demandan productos de carne magra y los empacadores ofrecen la opción de los principales cortes al detalle, es importante que los productores de ganado vacuno y los empacadores establezcan métodos de selección del ganado en la última etapa para reducir la producción de exceso de grasa de la canal y maximizar el valor de la canal (Savell *et al.*, 1989).

Considerando de interés dada la importancia en la racionalización del proceso de producción, en el análisis de factores que inciden en los dos principales factores de evaluación de las canales de bovinos y aprovechando la información generada en los últimos 19 años en el evento anual conocido como "concurso del becerro gordo", organizado por la Asociación Ganadera Local de Sabinas Coahuila, se evaluó el efecto año, peso al sacrificio, ganancia diaria de peso, altura a la cadera al sacrificio y grupo racial sobre los grados de marmoleo, calidad y rendimiento, espesor de grasa subcutánea, peso de la canal caliente, área del músculo *Longissimus dorsi* y grasa en riñón, pelvis, corazón de canales de novillos jóvenes.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

Los consumidores de carne de res mencionan que la calidad comestible de la carne (sabor, jugosidad y suavidad o blandura) es el principal criterio que utilizan para la compra del producto, seguido por el valor nutricional, seguridad del producto y precio (Tatum *et al.*, 2000).

El objetivo final de la engorda de ganado bovino, es producir eficientemente un alto rendimiento de carne sabrosa. Para lo anterior, es indispensable evaluar las características de la canal de los bovinos sacrificados, así como, los factores que tienen influencia sobre ellas (BIF, 2002).

Según el NLMB (1988) en los Estados Unidos de Norteamérica, el sistema de clasificación de carnes y canales, se estableció desde 1926, por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) y en la actualidad es una práctica común al igual que en otros países.

Las normas oficiales establecidas por el Servicio de Clasificación de Ganado y Carne de Bovino en México, fueron implementadas por primera vez en el año de 1969 por el gobierno del Estado de Sonora con el propósito de fomentar la industria engordadora, dar mayor valor agregado a la producción de ganado y proporcionar al consumidor carne de alta calidad a precios diferenciados los 12 meses del año. Posteriormente, el servicio se extendió a otros estados del norte de la República

Mexicana como es el caso de Sinaloa (1986), Nuevo León (1990), Coahuila (1992) Baja California (1994), Chihuahua (2000) y Tamaulipas (2004).

Las normas estadounidenses y de los estados del norte del país utilizadas para clasificar canales de bovinos, se basan en la asignación de grados, los cuáles determinan la aceptabilidad y el valor de una canal e incluye dos aspectos importantes: grados de calidad y grados de rendimiento en cortes primarios (BIF, 2002).

Grados de Calidad

Los grados de calidad intentan identificar diferencias en ciertas características sensoriales como suavidad, sabor, color, textura y jugosidad de la carne. El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, 1997) consideran ocho grados de calidad de la canal de bovinos: *Prime, Choice, Select, Standard, Commercial, Utility, Cutter, y Canner* y en los sistemas de clasificación de los estados del norte de México cinco: Suprema, Selecta, Buena, Estándar y Comercial, equivalentes a los primeros cinco grados de calidad del sistema USDA.

Los principales factores que considera el USDA (1997) para la determinación de los grados de calidad de una canal de bovino son: la cantidad de grasa intramuscular (marmoleo) en el área del músculo *Longissimus dorsi* entre la doceava y treceava vértebras torácicas, la madurez fisiológica de la canal, color del músculo y grasa, textura de las fibras musculares y la firmeza al corte.

Marmoleo

El marmoleo o veteado de la carne (grasa intramuscular), se refiere a la cantidad de grasa intramuscular y es evaluado en el músculo *Longissimus dorsi* (ojo de la costilla o *ribeye*) entre la 12^{ava} y 13^{ava} costilla y/o vértebras torácicas. Es considerado el factor más importante que determina el grado de calidad de una canal (BIF, 2002).

En los corrales de engorda, el ganado es generalmente alimentado a un punto final de sacrificio basado en la capa de grasa subcutánea o su condición corporal. Los engordadores tratan de alcanzar el mayor porcentaje de canales con grado de calidad *Choice* y utilizan la grasa subcutánea del animal vivo como un indicador del grado de marmoleo esperado en la canal.

De mayor a menor cantidad de grasa intramuscular, los grados de marmoleo establecidos para la clasificación de canales de bovinos son: Abundante, Moderadamente abundante, Ligeramente abundante, Moderado, Modesto, Pequeño, Ligerero, Trazas y Prácticamente nulo (USDA, 1997).

Madurez fisiológica de la canal

La madurez de una canal es un indicador de la edad fisiológica no cronológica del animal vivo (USDA, 1997). Está determinada por la madurez esquelética observando la osificación de huesos (vértebras) y cartílagos de las apófisis de las

mismas y la forma, tamaño y color de las costillas y la madurez muscular observando el color y textura del músculo *Longissimus dorsi*.

En los huesos de la columna vertebral, la madurez de los huesos avanza progresivamente de las vértebras sacras localizadas en la parte posterior del animal a las vértebras lumbares y torácicas (USDA, 1997). En los canales de animales más jóvenes, los cartílagos en los extremos de las apófisis de las vértebras no muestran osificación, el cartílago es evidente en todas las vértebras de la columna vertebral y las vértebras sacras muestran clara separación. En canales progresivamente más maduros, los cambios de osificación llegarán a ser evidentes primero en los huesos y cartílagos de las vértebras sacras, a continuación, en las vértebras lumbares y más tarde en las vértebras torácicas (USDA, 1997).

Los cambios que se producen en la osificación de los cartílagos en los extremos de la división de las vértebras torácicas 11, 12 y 13, son especialmente útiles en la evaluación de la madurez y estas vértebras se mencionan con frecuencia en las normas (USDA, 1997).

El tamaño, forma y color de las costillas también se consideran en la evaluación del grado de madurez esquelética. En canales de animales jóvenes, las costillas son redondeadas, delgadas y de color rosáceo. En los animales de mayor edad, las costillas son planas, anchas y de color blanco (USDA, 1997).

En la evaluación de la madurez muscular, se observa el color del músculo *Longissimus dorsi* y la textura de las fibras musculares. El color del músculo de animales jóvenes varía de un rojo claro, siendo el ideal el color rojo cereza y conforme aumenta la madurez el color se vuelve más oscuro. Las fibras musculares de animales jóvenes son más finas (delgadas) y conforme avanza la edad de los animales se vuelven más toscas (gruesas). La combinación de la madurez ósea y la muscular determinan el grado de madurez final (USDA, 1997).

El sistema de clasificación de canales de Estados Unidos considera cinco grados de madurez de una canal representados de menor a mayor con las letras A, B, C, D, y E (USDA, 1997). La edad cronológica aproximada de los animales para estos grados se muestran en le Cuadro 2.1.

Cuadro 2.1. Relación entre los grados de madurez de una canal y la edad cronológica aproximada del animal.

GRADO DE MADUREZ	EDAD (meses)
A	9 - 30
B	30 - 42
C	42 - 72
D	72 - 96
E	>96

Fuente: USDA (1997)

El USDA (1997) menciona que los grados de madurez y marmoleo son los dos principales factores utilizados en el establecimiento del grado de calidad de la canal de bovino como se observa en la Figura 2.1.

Grado de Marmoleo	Grado de Madurez				
	A (9-30)	B (30-42)	C (42-72)	D (72-96)	E (> 96)
Abundante					
Mod. Abun.	PRIME		COMERCIAL		
Lig. Abun.					
Moderado					
Modesto	CHOICE				
Pequeño				UTILITY	
Ligero	SELECT				
Trazas	STANDARD				CUTTER
Pract. nulo					

Figura 2.1. Relación entre grados de madurez, marmoleo y calidad de la canal de bovinos (USDA, 1997).

Firmeza al corte

Es uno de los factores que se utilizan para determinar el grado de calidad, se refiere a la firmeza o suavidad del musculo *Longissimus dorsi*. Es la consistencia de las masas musculares que se manifiestan en el corte y que esta directamente relacionada con la madurez del animal (BIF, 2002).

Según Judges et al. (1989) la firmeza esta influenciada por la cantidad de grasa presente ya que al enfriar las canales la grasa hace que se vea mas firme el musculo por lo tanto la grasa contribuye a la firmeza.

Grados de Rendimiento

Los grados de rendimiento, estiman la cantidad o el rendimiento en cortes primarios del lomo, pierna, paleta y costillas recortados de grasa y parcialmente deshuesados de una canal. El sistema estadounidense establece cinco grados de rendimiento de una canal 1, 2, 3, 4, y 5 (USDA, 1997). Los porcentajes esperados de cortes primarios de una canal se muestran en el Cuadro 2.2. Se puede observar que a menor número de grado de calidad, mayores son los porcentajes de cortes primarios y carne comestible total de una canal. Por cada cambio en una unidad de grado de rendimiento, el porcentaje en cortes primarios y carne comestible disminuyen o aumentan 2.3 y 4.0 unidades porcentuales, respectivamente.

Cuadro 2.2. Porcentaje esperado de cortes primarios rebajados en grasa y parcialmente deshuesados de una canal de bovinos con diferentes grados de rendimiento.

Grado de Rendimiento	Rendimiento Esperado en Cortes Primarios* (%)	Rendimiento en Carne Comestible (%)
1	> 52.3	75.0
2	50.1 – 52.3	71.0
3	47.8 – 50.0	67.0
4	45.5 – 47.7	63.0
5	< 45.5	59.0

* Lomo, pierna, paleta y costilla
Fuente: USDA (1997)

El grado de rendimiento de una canal de bovino se establece en función de cuatro características: El espesor de grasa subcutánea ó externa, el porcentaje de grasa en riñón, pelvis y corazón, el peso de la canal caliente y el área del músculo *Longissimus dorsi* (área del ojo de la costilla o *ribeye*).

El grado de rendimiento USDA (1997) se calcula con la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} \text{Grado de rendimiento} &= 2.50 \\ &+ (2.5 \times \text{espesor de grasa subcutánea en pulgadas}) \\ &+ (0.20 \times \% \text{ de grasa en riñón, pelvis y corazón}) \\ &+ (0.0038 \times \text{peso de la canal caliente en libras}) \\ &- (0.32 \times \text{área del músculo } \textit{Longissimus dorsi} \text{ en pulgadas}^2) \end{aligned}$$

Espesor de la grasa subcutánea

El espesor de grasa subcutánea (EGS) o externa en una canal se evalúa en términos del espesor de la grasa alrededor del músculo *Longissimus dorsi* o *ribeye* u ojo de la costilla). Es medida en un punto tres cuartos de longitud del músculo a partir del hueso de la columna vertebral, perpendicular a la superficie de grasa en la 12^{ava} costilla. Esta medición puede ser ajustada de acuerdo a la cantidad de grasa total de una canal (USDA, 1997). Es el factor que más influencia tiene sobre el grado de rendimiento en cortes de una canal. A mayor capa de grasa de cobertura menor es el rendimiento en cortes (mayor el valor numérico del grado de rendimiento). Por cada décima de pulgada cuadrada en incremento en grasa de cobertura el valor de grado de rendimiento aumenta 25% (USDA, 1997).

Grasa en riñón, pelvis y corazón

La cantidad de grasa en riñón, pelvis y corazón (RPC) es una estimación subjetiva y se expresa como un porcentaje en relación al peso de la canal. Afecta

negativamente el grado de rendimiento en cortes. A mayor porcentaje de grasa en RPC menor será el rendimiento en cortes y mayor el valor numérico de grado de rendimiento. Un cambio de 1% en la cantidad de grasa en RPC causa un incremento de 20% en el valor de grado de rendimiento (USDA, 1997). El rango varía entre 1 y 5% con un promedio de 3.5.

Peso de la canal caliente

El peso de la canal caliente (PCC) se refiere a peso de la canal después del sacrificio del animal y antes de enfriarse. Si no se cuenta con el peso de la canal caliente, se puede calcular el PCC multiplicando el peso de la canal fría por 1.02. El peso de la canal tiene efecto directo sobre el valor de grado de rendimiento e inverso sobre el porcentaje de rendimiento en cortes o sea que a menor peso de la canal, menor valor de grado de rendimiento y por lo tanto mayor rendimiento en cortes y viceversa. Por cada 100 libras de cambio en el peso de la canal, el valor numérico de grado de rendimiento cambia 40% (USDA, 1997).

Área del músculo *Longissimus dorsi*

El área del músculo *Longissimus dorsi* (AML) se determina midiendo el área del músculo expuesto por un corte en la canal entre la 12^a y 13^a costilla (USDA, 1997). Es utilizada para estimar el desarrollo muscular de una canal de bovinos y está altamente correlacionada con el porcentaje de músculo de la canal y por lo tanto se considera un indicador de musculatura (USDA, 1997). Lo que se busca es que el

animal tenga al menos 2 pulgadas cuadradas de AML por cada 100 libras de peso de la canal.

Existe una relación positiva entre el peso de la canal y el AML y negativa entre EGS y el AML o sea que a mayor capa de grasa de cobertura, menor es el AML y viceversa. Por cada pulgada cuadrada de cambio en AML, disminuye el valor de grado de rendimiento en 30% y por lo tanto aumenta el rendimiento en cortes primarios y carne comestible de la canal (USDA, 1997).

Aunque consideradas características de importancia económica, el grado de calidad de una canal esta inversamente relacionada con el grado de rendimiento en cortes. A mayor grado de calidad mayor es el valor de grado de rendimiento y por lo tanto menor rendimiento en cortes de la canal (USDA, 1997; Klopfenstein *et al.*, 2000).

Entre las características del animal vivo que afectan la calidad y rendimiento en cortes de una canal de bovinos, se pueden mencionar las siguientes: peso al sacrificio, ganancia diaria de peso, altura a la cadera o talla y raza o grupo racial.

Peso al Sacrificio y Características de la Canal

En un experimento llevado a cabo por Hawrysh y Berg (1979) con 32 toros jóvenes (12 a 22 meses) de raza Hereford con una dieta a base de concentrado y sacrificados con diferentes pesos (377, 565, 624, 682 kg) reportaron que no hubo

diferencia significativas ($P>0.05$) entre los grupos de peso al sacrificio para el grado de marmoleo, sin embargo el PCC, EGS y AML, aumentaron notablemente al incrementar el peso al sacrificio.

Steen y Kilpatrick (1995) realizaron un experimento en donde utilizaron 236 novillos, toretes y vaquillas Friesian, Limousin x Friesian y Belgian Blue, los cuales tuvieron el mismo manejo utilizando; dietas altas en forraje hasta los 12 a 13 meses de edad (372 kg de peso vivo) y una dieta a base de ensilado y concentrados (2:1 en base seca) ofrecida en corral a libre acceso o restringida al 80%. Los toretes fueron sacrificados, con pesos de 560, 610 y 660 kg, novillos de 510, 560 y 610 kg y vaquillas de 460, 510 y 560 kg, respectivamente. Encontraron que al aumentar el peso al sacrificio incrementa el contenido de grasa en la canal, el valor numérico de grado de rendimiento y por lo tanto se redujo el rendimiento en cortes.

En un estudio realizado por Park *et al.* (2002), evaluaron el efecto del peso al sacrificio, sobre los grados de calidad y rendimiento de 20,881 novillos, toretes y vaquillas de raza Korean Hanwoo, sacrificados durante un período de 1 año. Se encontró que independientemente del sexo, los grados de marmoleo, calidad y rendimiento, el AML, EGS y PCC aumentaron cuando los animales tenían mayor peso al sacrificio.

Kirkland *et al.* (2006), realizaron un experimento donde utilizaron 180 becerros Holstein, con edad media de 112 días y peso vivo 134 kg para evaluar el efecto del peso al sacrificio sobre características de su canal alimentados en corral con una

dieta a base de concentrado ofrecida a libre acceso y sacrificados a seis diferentes pesos al sacrificio (300, 350, 400, 450, 500 y 550 kg). Encontraron que el grado de marmoleo, AML, EGS y grasa en RPC aumentaron linealmente conforme aumento el peso al sacrificio.

Con el propósito de evaluar el efecto del peso al sacrificio (370, 410 y 450 kg) sobre características de la canal, Salgeiro *et al.* (2008) utilizaron 20 bovinos por tratamiento, de tres razas (Rubio Gallego, Holstein y cruce de ambas) alimentados a base de ensilados mas 1.75 kg de concentrados a base de harinas de cebada y soya, encontraron que al incrementar el peso al sacrificio aumentaron los grados de marmoleo, calidad y rendimiento en cortes, así como el PCC y el contenido de grasa en RPC.

Ganancia Diaria de Peso y Características de la Canal

Se realizaron tres experimentos Hicks *et al.* (1990) para determinar los efectos de alimentación *ad libitum* y restringida sobre el comportamiento y características de la canal de novillos y vaquillas en engorda. En el exp. 1, 72 novillos (374 kg) con cruce de Brahman con Limousin, fueron alimentados con una dieta alta en trigo por 149 d, ofrecida a libre acceso o restringida al 85 %. Las ganancias diarias fueron 1.36 vs 1.27 kg/d, respectivamente. Aunque el PCC, EGS, la grasa en RPC, AML y el grado de rendimiento no cambiaron, el grado de marmoleo tendió a reducirse en la alimentación restringida y el porcentaje de novillos con clasificación Choice se redujo de 61% a 42% en *ad libitum* vs alimentación restringida. En el exp. 2, 80 vaquillas

(329 kg) con cruza del mismo tipo del experimento 1, fueron alimentados con una dieta alta en maíz por 140 d a libre acceso y restringida al 89%. Las ganancias diarias fueron 1.35 vs 1.31 kg/d, respectivamente. No encontraron diferencias estadísticas significativas ($P>0.05$) en el grado de marmoleo, PCC, EGS, grasa en RPC, AML y el grado de rendimiento. En el exp. 3, 93 novillos Hereford (293 kg) fueron alimentados con una dieta alta en maíz, a libre acceso o restringida al 80%. Las ganancias diarias se redujeron en promedio 7% con alimentación restringida (1,29 vs 1,18 kg/d). El marmoleo y el porcentaje de canales grado *Choice*, disminuyó para los novillos con alimento restringido al 80 % y el valor numérico de grado de rendimiento USDA fue mayor en novillos alimentados ad limitum.

Con el propósito de determinar los efectos de la alimentación restringida en el rendimiento, características y composición de la canal, Murphy y Loerch (1994) utilizaron 36 novillos (280 kg) los cuales fueron alimentados con concentrado a libre acceso o restringida a 90 y 80%. En comparación con los novillos con alimento a libre acceso, las ganancias diarias de peso se redujeron 0.15 y 0.25 kg en los novillos alimentados al 90 y 80%, respectivamente. El PCC disminuyó linealmente para los novillos con alimentación limitada 90 y 80% en comparación con el grupo control. El EGS y el grado de calidad se redujeron en los novillos que recibieron alimentación limitada. El porcentaje de canales con grado de calidad *Choice* fue de 100, 67 y 33%, para novillos alimentados a libre acceso, 90 y 80%, respectivamente.

Jasso (1994) utilizó información obtenida de 188 canales de novillos jóvenes, de diferentes grupos raciales sacrificados en tres diferentes años y con diferente

manejo. Encontró que animales que presentaban los mayores incrementos de peso tenían mayor nivel de engrasamiento en la canal y rendimiento en cortes menores (mayor valor numérico de grado de rendimiento). Este resultado se debió a que los incrementos de peso diario altos favorecen que la cantidad de grasa que se deposita en la canal sea mayor, lo que afecta negativamente el grado de rendimiento.

Castro *et al.* (2007) utilizaron 24 novillos (Angus x Hereford, 14 a 18 meses de edad, 403 ± 3 kg de peso corporal), se alojaron y alimentaron con la misma dieta en corrales individuales por alrededor de 122 d. 12 novillos procedían de un rebaño que había sido seleccionado para crecimiento alto y otros 12 de un hato sin programa de selección. Seis novillos (3 de cada grupo) fueron sacrificados al inicio para obtener la composición inicial. Los novillos de crecimiento alto obtuvieron valores mayores de ganancia diaria de peso (1.33 vs 0.853 kg/d), grado de calidad, PCC, EGS (16.1 vs 11.6 mm) y mayores valores numéricos de grado de rendimientos (3.53 vs 2.80). No hubo diferencias ($P > 0.05$) entre los grupos para grado de marmoleo, AML y grasa en RPC.

Para evaluar el impacto de la morbilidad en corrales de engorda sobre la ganancia diaria de peso y características de la canal, Waggoner *et al.* (2007) usaron 813 novillos que clasificaron como sanos, con un tratamiento médico y dos o más tratamientos. Los novillos saludables obtuvieron mayor ganancia diaria de peso. No hubo diferencias ($P > 0.05$) en PCC, EGS, AML y grados de marmoleo y rendimiento en cortes. Estos autores, mencionan que cuando las ganancias de peso son mayores

se expresa en la canal en un incremento en los grados de marmoleo, calidad y rendimiento, PCC, AML, EGS y grasa en RPC.

Altura a la Cadera y Características de la Canal

Con el propósito de determinar los efectos del tamaño (grande, mediano y pequeño), y musculatura (No. 1, No. 2, No.3) sobre las características de la canal, Dolezal *et al.* (1993) alimentaron en corral 189 novillos de aproximadamente ocho meses de edad los cuales se sacrificaron a un espesor de grasa subcutánea constante (13.5 mm), reportan que los novillos de talla grande tienen canales mas pesadas que novillos de talla mediana y pequeña además que los novillos de talla grande obtuvieron menores grados de marmoleo y calidad que los de talla mediana y chica.

Estos resultados coinciden con los de Camfield *et al.* (1994), quienes encontraron que novillos de talla grande, tuvieron canales mas pesadas y con menores grados de calidad y marmoleo. No encontraron diferencia ($P>0.05$) para el porcentaje de grasa en RPC ni para el grado de rendimiento entre novillos de talla grande y mediana, respectivamente.

En otro estudio, Camfield *et al.* (1997) utilizaron 108 novillos destetados de 7 a 8 meses de edad, de talla mediana y grande. Reportan que las canales de novillos de talla mediana tuvieron mayores grados de marmoleo y calidad que los novillos de talla grande. Los novillos de talla grande tuvieron mayor PCC y EGS que los novillos

de talla mediana. No se encontraron diferencias ($P>0.05$) para AML, grasa en RPC ni grado de rendimiento.

AL evaluar las canales de 342 novillos de talla grande, mediana y pequeña alimentados en corral, Camfield *et al.* (1999) reportan que las canales de novillos de talla mediana y pequeña tuvieron mayores grados de marmoleo y calidad y menores PCC, EGS, grasa en RPC y AML en comparación con los novillos de talla grande. Las canales de novillos de tallas mediana y pequeña tuvieron más alto valor numérico de grado de rendimiento.

Grupo Racial y Características de la Canal

Crouse, *et al.* (1989) estudiaron las características de la canal de 422 novillos, que difieren en la proporción de Brahman (B), Sahiwal (S), Pinzgauer (P), Hereford (H), y/o Angus(A). Reportaron que el grado de marmoleo y PCC disminuyen cuando el porcentaje de *Bos indicus* aumenta. Las canales de novillos Hereford cruzadas con Angus (*Bos taurus*) poseían mayor marmoleo y EGS y similar AML a los *Bos indicus*.

En otro estudio, Knapp *et al.* (1989) seleccionaron 375 novillos y vaquillas para representar el ganado de los siguientes tipos: Inglés, exóticos, $<50\%$ *Bos indicus*, Holstein, y $>50\%$ *Bos indicus*. El ganado se evaluó en vivo y en canal, reportan que no hubo diferencias ($P>0.05$) en el grado de marmoleo para los diferentes grupos raciales. El grado de rendimiento, PCC, AML y grasa en RPC fue mejor en los novillos de tipo exótico, mientras que la grasa subcutánea fue mayor en el tipo inglés.

Para estudiar el efecto del grupo racial sobre características de la canal, Huffman *et al.* (1990) utilizaron 165 novillos de conocidos porcentajes de Brahman (B) y Angus (A) ($\frac{3}{4}$ A $\frac{1}{4}$ B, $\frac{1}{2}$ A $\frac{1}{2}$ B, $\frac{1}{4}$ A $\frac{3}{4}$ B). Reportan que las canales de novillos $\frac{3}{4}$ A $\frac{1}{4}$ B obtuvieron mayores porcentajes de canales *Select* y *Choice* y mayor AML por cada 100 kg de PCC que las canales de novillos $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ B. Para el AML, EGS y grasa en RPC no encontraron diferencias ($P>0.05$).

Griffin *et al.* (1992) utilizaron 100 canales de bovino, seleccionados para representar a la mezcla de animales sacrificados en los Estados Unidos. Encontraron que el grado de calidad y marmoleo fue mejor para el ganado *Bos taurus*, los grados de rendimiento fueron mejores para las canales de novillos lecheros seguida por canales *Bos taurus* y finalmente canales de *Bos indicus* ya que estas obtuvieron el mayor valor numérico de grado de rendimiento (2.56, 3.04 y 3.12, respectivamente). EL EGS, AML, porcentaje de grasa en RPC y PCC fueron mayores en las canales de novillos *Bos taurus*.

Paschal *et al.* (1995) estudiaron el comportamiento postdestete y engorda y las características de la canal de cinco razas *Bos indicus* (Brahman gris, Gir, Indubrasil, Nellore y Brahman rojo) y una *Bos taurus* (Angus). Las canales de la raza Angus obtuvieron mayor grado de marmoleo, grado de calidad y AML que los novillos *Bos indicus*. Los novillos Angus tuvieron menor valor numérico de grado de rendimiento, peso inicial, final y por lo tanto de la canal que novillos de las razas cebuínas (*Bos indicus*). No se detectaron diferencias ($P>0.05$) para EGS y porcentaje de grasa en RPC entre los novillos Angus y *Bos indicus*.

Con el propósito de evaluar las características de la canal de bovinos sacrificados en plantas empacadores representativas de las diferentes regiones de los Estados Unidos, Lorenzen *et al.* (1993), Boleman *et al.* (1998), McKena *et al.* (2002) y García *et al.* (2008) compararon las características de la canal de 7,355, 11,799, 9396 y 9,475 bovinos (alrededor de 64.1% novillos, 35.1 vaquillas y 0.8 toretes respectivamente), de los grupos raciales *Bos taurus* y sus cruzas y *Bos indicus* (canales con giba mayor de 10,2 cm). Encontraron que las canales de animales *Bos taurus* y sus cruzas tuvieron mayor GM, GC, PCC, EGS, AML y porcentaje de grasa en RPC y menor valor numérico de GR que los *Bos indicus*.

Hipótesis

Existe relación entre características del animal vivo y características de su canal en animales menores de dos años. De las características del animal vivo, el incremento diario de peso, el peso al sacrificio, altura a la cadera al sacrificio y grupo racial, inciden favorablemente sobre los grados de calidad y rendimiento en cortes.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó información de 1240 novillos jóvenes y sus canales, los cuales fueron alimentados (de finales de abril a principios de septiembre) en un promedio de 134 días y sacrificados con un peso promedio de 496 kg en 19 años (1991-2009), en el evento anual conocido como "Concurso del Becerro Gordo", organizado por la Asociación Ganadera Local de Sabinas Coahuila.

La información disponible de cada animal incluye: grupo racial (novillos cruza de *B. taurus x B. taurus* y *B. taurus x B. indicus*), pesos al inicio y final del periodo de engorda (peso al sacrificio; PS), altura a la cadera al sacrificio (ACS) y se calculó para cada animal la ganancia diaria de peso (GDP). De cada canal se estimó (USDA 1997); grado de marmoleo (GM), grado de calidad (GC), grado de rendimiento (GR), además, espesor de grasa subcutánea (EGS), grasa en riñón pelvis y corazón (RPC), peso de la canal caliente (PCC) y área del músculo *Longissimus dorsi* (AML).

Para obtener la anterior información de las canales, los animales fueron sacrificados en el rastro de Sabinas Coahuila, en el km 1 de la carretera Sabinas-Nueva Rosita. Cada canal fue dividida en dos partes, se identificaron y se registró el PCC inmediatamente después del sacrificio. Posteriormente, se pasaron al cuarto frío con una temperatura de 2 - 4 °C por 24 hr.

Después de éste tiempo, media canal fue evaluada en todos los años, por las mismas dos personas utilizando el sistema de clasificación de canales del

Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). Para lo anterior, se hizo un corte transversal entre las 12ª y 13ª vértebras torácicas, después de 30 minutos, se realizaron las siguientes mediciones: GM, EGS, porcentaje de grasa en RPC y AML. No se determinó el grado de madurez de las canales; Sin embargo, se asume que son madurez A (USDA, 1997) ya que sólo se incluyeron animales menores de 24 meses y que no habían mudado al momento del sacrificio.

El GM se estimó subjetivamente observando la cantidad de grasa intramuscular depositada en la superficie del músculo *Longissimus dorsi* (ribeye) y fueron comparadas con las fotografías publicadas por el USDA (1997). Para la determinación del GC de la canal se consideró la relación entre los grados de madurez y marmoleo de cada canal como se muestra en la Figura 2.1.

El EGS se midió con un vernier en decimas de pulgada, en la 12ª costilla perpendicularmente a la superficie exterior en un punto que corresponde a los tres cuartos de la longitud del musculo *longissimus dorsi*. El AML se calculo con una plantilla cuadrículada dividida en decimas de pulgada cuadrada, la cual se coloco en la superficie del musculo en la 12ª costilla. El porcentaje de grasa en RPC con relación al peso de la canal fue estimada subjetivamente.

Para la determinación del GR de la canal, se uso la ecuación recomendada por el USDA (1997).

Grado de rendimiento = 2.50

+ (2.5 x espesor de grasa subcutánea en pulgadas)

- + (0.20 x % de grasa en RPC)
- + (0.0038 x peso de la canal caliente en libras)
- (0.32 x área del musculo *Longissimus dorsi* en pulgadas²)

Análisis Estadístico

Para analizar el efecto de las características del animal vivo sobre las características de la canal, el peso al sacrificio (PS) de los novillos fue agrupado en cuatro categorías (<420, 420-499, 500-579, >579 kg), la ganancia diaria de peso (GDP) durante la engorda (<1.20, 1.20-1.45, 1.46-1.70, >1.70), la altura a la cadera (AC) al sacrificio (<1.27, 1.27-1.34, 1.35-1.42, > 1.42) y el grupo racial en dos categorías (*Bos taurus* x *Bos taurus* y *Bos taurus* x *Bos indicus*).

Para evaluar el efecto de las características del animal (PS, GDP, ACS y grupo racial) sobre las características de la canal (GM, GC, GR, EGS, grasa en RPC, PCC y AML), Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglos factoriales de tratamientos en donde año (con 19 niveles) se combinó de manera independiente con cada uno de los factores siguientes: categoría PS (4), GDP (4), ACS (4), o grupo racial (2); el número de unidades experimentales fue diferente para cada caso (SAS, 1989).

Para cada categoría de peso al sacrificio, ganancia diaria de peso, altura a la cadera al sacrificio y grupo racial, se calcularon los porcentajes de canales con diferente GC y GR.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores promedio, desviación estándar y rango para características del animal en vivo y de la canal de 1240 novillos jóvenes (peso inicial promedio de 300 kg) engordados en corral de abril a septiembre (134 d promedio) durante los años de 1991 a 2009, se muestran en el Cuadro 4.1.

Cuadro 4.1. Promedio, desviaciones estándar (DS) y valores mínimos y máximos de características de novillos y su canal (n=1240).

Características	Promedio	DS	Mínimo	Máximo
Altura a la cadera final (cm)	134.0	7.0	115.0	157.0
Peso inicial (kg)	300.0	68.0	145.0	532.0
Peso final (kg)	496.0	74.0	288.0	741.0
Ganancia diaria de peso (g)	1464.0	256.0	750.0	2250.0
Grado de Marmoleo USDA*	391.0	85.0	150.0	775.0
Grado de Calidad USDA**	677.0	53.0	530.0	830.0
Grado de Rendimiento USDA	2.0	0.7	0.6	4.6
Grasa subcutánea (cm)	0.7	0.4	0.1	2.4
Grasa en RPC (%)	2.1	0.7	0.5	4.5
PCC (kg)	299.3	47.7	175.0	459.0
AML (cm ²)	81.8	12.7	45.8	121.9
AML (cm ²) / 100 kg PCC	27.6	3.5	16.1	39.8

USDA = Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

*100 = Prácticamente nulo, 200 = Trazas, 300 = Ligero, 400 = Pequeño, 500 = Modesto, 600 = Moderado, 700 = Lig. Abundante.

**500 = Standard °°, 600 = Select °°, 700= Choice °°, 800= Prime °°

RPC = Riñón, pelvis y corazón, PCC= Peso de la canal caliente, AML= Área del músculo *Longissimus dorsi*.

Al analizar por separado los efectos de año de engorda, PS, GDP, ACS, grupo racial y sus interacciones sobre las características USDA de la canal, se encontró un

efecto significativo ($P \leq 0.05$) de año de la engorda sobre casi todas las variables analizadas excepto para PCC ($P > 0.05$). El análisis de esta fuente de variación se omite por ser un lugar común y por la gran diversidad de factores de manejo y climáticos que participan en su manifestación. Su inclusión en el modelo fue con el propósito de reducir la magnitud del error experimental.

Efecto del Peso al Sacrificio sobre Características de la Canal

Los valores promedio, estimados por mínimos cuadrados y error estándar (EE) para características de calidad y rendimiento en cortes de la canal de novillos con diferente peso al sacrificio se muestran en el Cuadro 4.2.

El PS afectó ($P \leq 0.05$) todas las características de la canal analizadas (Cuadro 4.2). Al incrementar el PS de los novillos, el GM, GC, GR, EGS, grasa en RPC, PCC y AML aumentan. El GM varió de Ligero^{bajo} a pequeño^{promedio} para los novillos con peso al sacrificio menor de 420 y mayores de 579 kg, respectivamente. Los novillos con peso al sacrificio menor de 500 kg alcanzaron en promedio el GC *Select* y los de 500 kg o más GC *Choice*^{bajo}.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo, coinciden con lo reportado por otros autores Park *et al.* (2002), Kirkland *et al.* (2006) y Salgeiro *et al.* (2008) quienes mencionan que el GM, GC y el valor numérico de GR se incrementan al aumentar el PS de los animales.

Cuadro 4.2. Promedios estimados por mínimos cuadrados y error estándar (EE) promedio para características de calidad y rendimiento en cortes de la canal de novillos con diferente peso al sacrificio engordados en corral.

Características	Peso al sacrificio (kg)				EE
	<420 (n=191)	420 - 499 (n=467)	500 - 579 (n=415)	>579 (n=167)	
Grado de Marmoleo USDA*	330.0 ^a	373.0 ^b	416.0 ^c	446.0 ^d	4.9
Grado de Calidad USDA**	636.0 ^a	667.0 ^b	694.0 ^c	710.0 ^d	3.1
Grado de Rendimiento USDA	1.8 ^a	1.9 ^a	2.2 ^b	2.4 ^c	0.04
Grasa subcutánea (cm)	0.47 ^a	0.63 ^b	0.76 ^c	0.89 ^d	0.02
Grasa en RPC (%)	1.6 ^a	2.0 ^b	2.2 ^c	2.5 ^d	0.03
PCC (kg)	232.0 ^a	278.0 ^b	323.0 ^c	376.0 ^d	1.11
AML (cm ²)	69.0 ^a	78.9 ^b	85.5 ^c	93.7 ^d	0.59
AML (cm ²) /100 kg PCC	29.8 ^a	28.4 ^b	26.5 ^c	24.9 ^d	0.18

USDA= Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

*100 = Prácticamente nulo, 200 = Trazas, 300 = Ligero, 400 = Pequeño, 500 = Modesto, 600 = Moderado, 700 = Lig. Abundante.

**500 = Standard °°, 600 = Select °°, 700= Choice °°, 800= Prime °°

RPC = Riñón, pelvis y corazón, PCC= Peso de la canal caliente, AML= Área del músculo *Longissimus dorsi*.

a b c d = Literales distintas en la misma hilera difieren (P<0.05).

En la Figura 4.1, se muestran los porcentajes de novillos en cada una de las categorías de PS que obtuvieron diferente GC USDA. Se puede observar que a mayor PS, el porcentaje de novillos con GC *Choice* o mayor aumenta de 8.9 hasta 70.1% y disminuyen los porcentajes de novillos con calidad *Select* (58.6 a 27.5%) y *Standard* (32.5 a 2.4%), respectivamente.

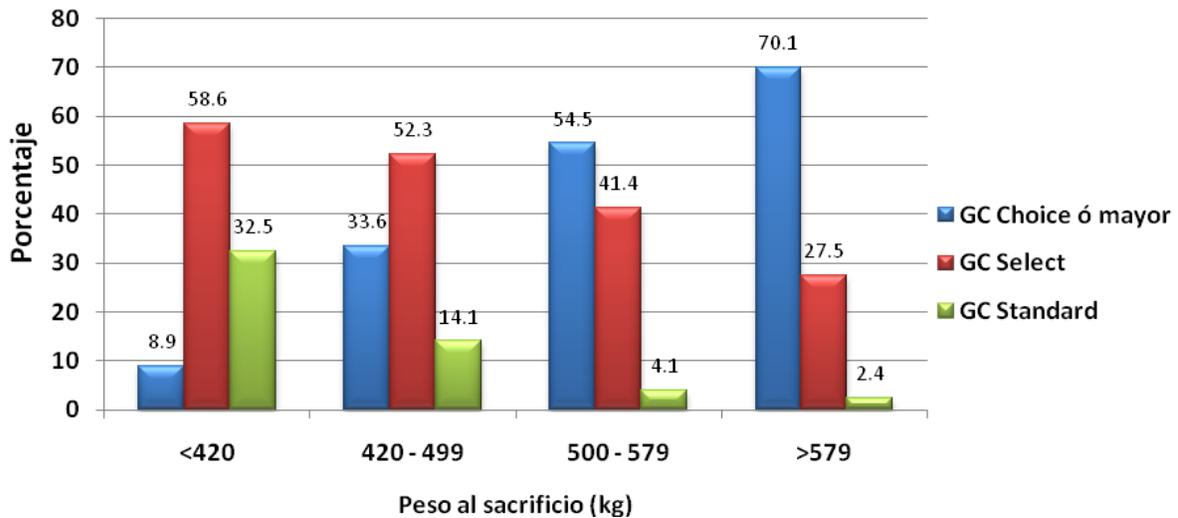


Figura 4.1. Porcentaje de canales con diferente grado de calidad de novillos sacrificados a diferente peso.

Los valores numéricos (Cuadro 4.2) de GR fueron más altos para los novillos con mayor PS. Lo anterior indica que a mayor PS, menor es el rendimiento en cortes primarios de la canal deshuesados parcialmente y recortados de grasa (USDA, 1997). El valor numérico de GR incrementa cuando los animales tienen mayor peso al sacrificio y por lo tanto rinden menos en cortes (Park *et al.*, 2002).

En la Figura 4.2 se muestran los porcentajes de novillos que alcanzaron diferente GR para cada una de las categorías de PS. Se observa que a menor PS mayor es el porcentaje (64.4%) de canales con GR 1 y que a mayor PS mayor es el porcentaje de canales con GR 3 ó mayor (18.3%). En las cuatro categorías se encuentra mayor porcentaje de canales con GR 1.

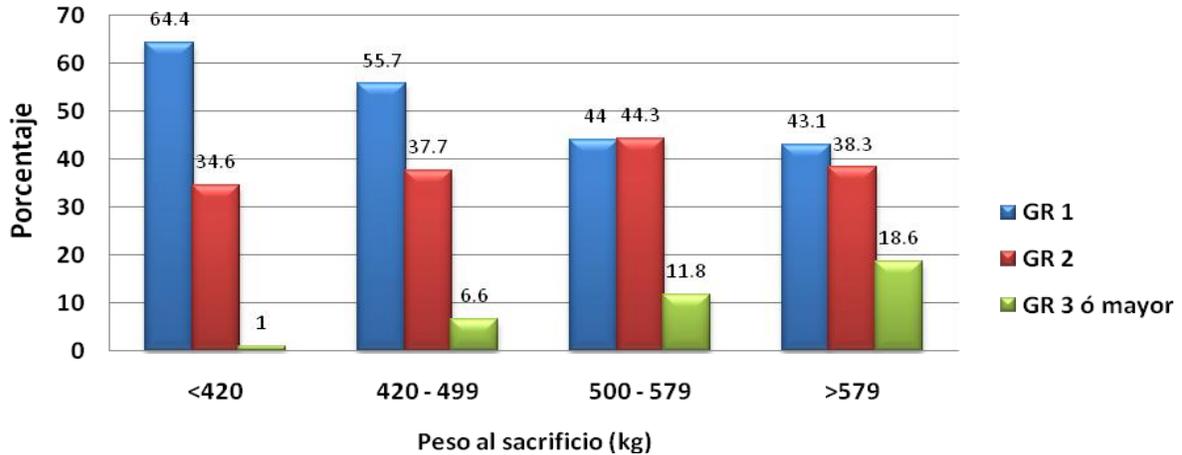


Figura 4.2. Porcentaje de canales con diferente grado de rendimiento en cortes de novillos sacrificados a diferente peso.

Existe una relación inversa entre el GC y GR de una canal de bovino (USDA, 1997). Las canales con GC mayor, generalmente poseen un valor numérico mayor de GR y por lo tanto menor rendimiento en cortes. Lo contrario pasa con una canal de menor GC ya que ésta obtendrá un valor numérico de GR menor y por lo tanto mayor rendimiento en cortes.

Como se puede observar en las Figuras 4.1 y 4.2, existe un antagonismo entre el GC y GR, ya que los novillos con PS mayor de 579 kg obtienen mayor porcentaje (70.1) de canales con GC *Choice* o mayor, pero menor porcentaje (43.1) de canales con GR 1 y que los novillos sacrificados con pesos menores de 420 kg solo obtuvieron un 8.9% de canales *Choice* o mayor y el 32.5% de las canales con GC *Standard*. Sin embargo, el porcentaje de canales con GR 1 fue 64.4 y solo el 1% de las canales tuvieron GR 3 o mayor.

El EGS, porcentaje de grasa en RPC, PCC y AML también incrementaron ($P \leq 0.05$) al aumentar el PS (Cuadro 4.2). Sin embargo, al ajustar el AML por peso de la canal, se encontró que a mayor PS el AML $\text{cm}^2/100 \text{ kg}$ de PCC disminuyó, lo que indica que los animales más livianos poseen una mayor musculatura con relación al peso de la canal, menor EGS y porcentaje de grasa en RPC lo cual se refleja en un mayor rendimiento en cortes primarios de la canal (USDA, 1997).

Estos resultados coinciden con lo encontrado en un estudio realizado por Park *et al.* (2002), Kirkland *et al.* (2006) y Salgeiro *et al.* (2008) quienes mencionan que al aumentar el PS incrementan el EGS, el contenido de grasa en RPC, el PCC y el AML y reduce el rendimiento en cortes.

Las principales características que puede interferir para que una canal tenga buen valor comercial son: que tenga un GC aceptable (*Select*^{alta} o mayor), un valor numérico de GR bajo (1 o 2) y un PS entre 420 y 500 kg para obtener canales con pesos entre 250 y 300 kg con el propósito de que no se de un aumento drástico en la grasa, lo que provocaría una disminución en el porcentaje de rendimiento en cortes y en el precio de la canal.

Aunque es incorrecto aseverar cual es el PS más adecuado, el peso óptimo de sacrificio de los animales podría ser aquel en el que se pueda obtener un valor numérico de GR menor (1 ó 2) si el propósito es obtener mayor porcentaje de rendimiento en cortes de la canal. Sin embargo, si lo que se busca es calidad, es importante señalar que a mayor PS la calidad de la canal mejora.

Efecto de la Ganancia Diaria de Peso sobre Características de la Canal

Al analizar el efecto del año de engorda, GDP y su interacción sobre las características de la canal, se encontraron efectos significativos ($P \leq 0.05$) de año y GDP sobre todas las variables analizadas (Cuadro 4.3). Las canales de novillo con mayor GDP, tuvieron mayor GM, GC, GR, EGS, grasa en RPC, PCC y AML. Los GM y GC de la canal de novillos variaron de Ligero^{promedio} y Select^{promedio} para los novillos con GDP menor de 1.20 kg, respectivamente, a pequeño^{bajo} y Select^{promedio} para los novillos con GDP mayor de 1.46 kg.

Cuadro 4.3. Promedios estimados por mínimos cuadrados y error estándar (EE) promedio para características de calidad y rendimiento en cortes de la canal de novillos con diferente ganancia diaria de peso.

Características	Ganancias diarias de peso (kg)				EE
	<1.20 (n=175)	1.20 - 1.45 (n=412)	1.46 - 1.70 (n=424)	>1.70 (n=229)	
Grado de Marmoleo USDA*	358.0 ^a	385.0 ^b	399.0 ^c	411.0 ^c	5.40
Grado de Calidad USDA**	655.0 ^a	673.0 ^b	682.0 ^c	691.0 ^c	3.39
Grado de Rendimiento USDA	1.9 ^a	2.0 ^{abc}	2.1 ^{bc}	2.1 ^c	0.04
Grasa subcutánea (cm)	0.56 ^a	0.65 ^b	0.72 ^c	0.78 ^c	0.02
Grasa en RPC (%)	1.8 ^a	2.0 ^b	2.1 ^c	2.2 ^c	0.04
PCC (kg)	272.0 ^a	292.0 ^b	308.0 ^c	321.0 ^d	2.82
AML (cm ²)	77.2 ^a	80.2 ^b	82.9 ^c	86.6 ^d	0.74
AML (cm ²)/100 kg PCC	28.6 ^a	27.7 ^{bd}	27.1 ^c	27.1 ^{cd}	0.21

USDA= Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

*100 = Prácticamente nulo, 200 = Trazas, 300 = Ligero, 400 = Pequeño, 500 = Modesto, 600 = Moderado, 700 = Lig. Abundante.

**500 = Standard °, 600 = Select °, 700= Choice °, 800= Prime °

RPC = Riñón, pelvis y corazón, PCC= Peso de la canal caliente, AML= Área del músculo *Longissimus dorsi*.

a b c d = Literales distintas en la misma hilera difieren ($P < 0.05$).

Resultados similares han sido reportados por otros autores (Hicks *et al.*, 1990; Murphy y Loerch, 1994; y Castro *et al.*, 2007).

Los porcentajes de canales con diferente GC en cada categoría de GDP, se observan en la Figura 4.3. Los porcentajes de canales con GC *Choice* o mayor incrementan de 25 a 52% al aumentar la GDP y los porcentajes de canales con GC *Select* y *Standard* disminuyen de 52.6 a 43.2 y 22 a 4.8%, respectivamente, al aumentar la GDP.

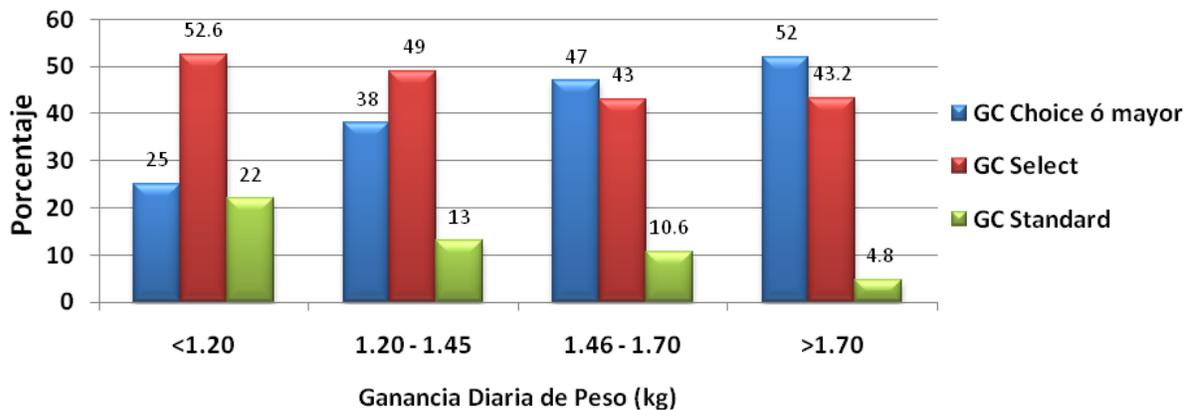


Figura 4.3. Porcentaje de canales con diferente grado de calidad de novillos con diferente ganancia diaria de peso.

Por otra parte, a mayor GDP aumenta el valor numérico de GR de la canal ($P \leq 0.05$), encontrando mejores GR y mayor porcentaje de rendimiento en cortes, en las canales de novillos con ganancias diarias de peso menores de 1.20 kg (Cuadro 4.3). Esto coincide con lo reportado por Hicks *et al.* (1990) y Castro *et al.* (2007)

quienes mencionan que al incrementar la GDP, el valor numérico de GR USDA es mayor.

En la Figura 4.4, se observa que el porcentaje de canales con GR 1 tienden a disminuir cuando los novillos presentaron mayor GDP y los porcentajes de canales con GR 2 incrementan (28 a 40.6) al aumentar la GDP y las de GR 3 o mayor disminuyen de 11.4 a 8.3% al aumentar la GDP.

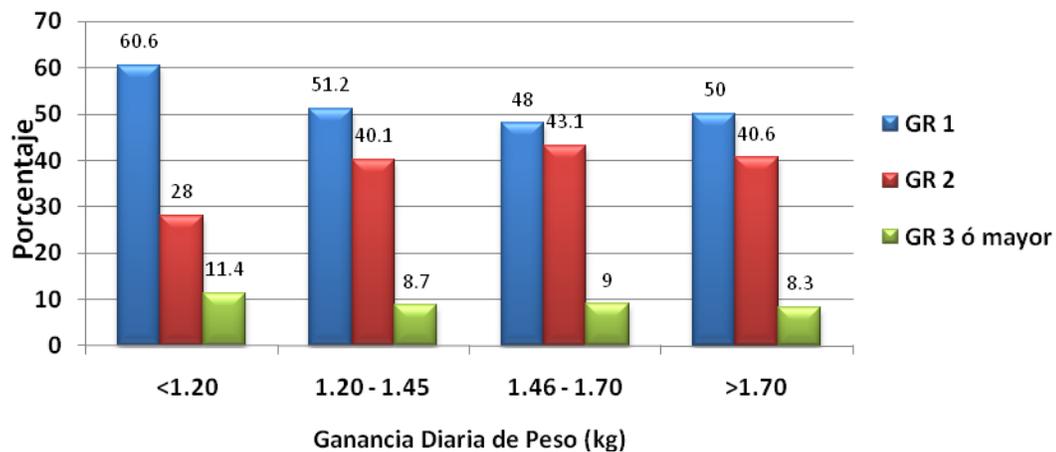


Figura 4.4. Porcentaje de canales con diferente grado de rendimiento en cortes de novillos con diferente ganancia diaria de peso.

En el presente estudio, se puede notar (Cuadro 4.3) que cuando la GDP de los novillos es mayor, el EGS, porcentaje de grasa en RPC, PCC y AML aumentan ($P \leq 0.05$). Pero cuando el AML se ajusto por cada 100 kg de PCC, al incrementarse las GDP decreció el AML $\text{cm}^2/100 \text{ kg}$ de PCC.

Cuando la GDP es mayor se expresa en la canal en un incremento en el EGS, grasa en RPC, PCC y AML (Waggoner et al., 2007). El EGS y PCC disminuyó

linealmente para los novillos con menores GDP (Murphy y Loerch, 1994; Castro *et al.*, 2007).

Efecto de la Altura a la Cadera al Sacrificio sobre Características de la Canal

Se encontró efecto significativo ($P \leq 0.05$) de el efecto del año de engorda, ACS y su interacción sobre las características de la canal (Cuadro 4.4).

Cuadro 4.4. Promedios estimados por mínimos cuadrados y error estándar (EE) promedio para características de calidad y rendimiento en cortes de la canal de novillos con diferente altura a la cadera al sacrificio.

Características	Altura a la cadera al sacrificio (m)				EE
	<1.27 (n=181)	1.27 - 1.34 (n=509)	1.35 - 1.42 (n=369)	>1.42 (n=181)	
Grado de Marmoleo USDA*	352.0 ^a	381.0 ^b	403.0 ^c	432.0 ^d	4.83
Grado de Calidad USDA**	652.0 ^a	671.0 ^b	685.0 ^c	700.0 ^d	3.06
Grado de Rendimiento USDA	1.9 ^a	1.9 ^a	2.1 ^b	2.3 ^c	0.03
Grasa subcutánea (cm)	0.55 ^a	0.66 ^b	0.72 ^c	0.81 ^d	0.02
Grasa en RPC (%)	1.8 ^a	2.0 ^b	2.2 ^c	2.3 ^d	0.03
PCC (kg)	246.0 ^a	283.0 ^b	320.0 ^c	359.0 ^d	1.82
AML (cm ²)	72.6 ^a	79.7 ^b	85.6 ^c	89.9 ^d	0.62
AML (cm ²)/100 kg PCC	29.6 ^a	28.3 ^b	26.8 ^c	25.1 ^d	0.17

USDA= Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

*100 = Prácticamente nulo, 200 = Trazas, 300 = Ligero, 400 = Pequeño, 500 = Modesto, 600 = Moderado, 700 = Lig. Abundante.

**500 = Standard °°, 600 = Select °°, 700= Choice °°, 800= Prime °°

RPC = Riñón, pelvis y corazón, PCC= Peso de la canal caliente, AML= Área del músculo *Longissimus dorsi*.

a b c d = Literales distintas en la misma hilera difieren ($P < 0.05$).

Los resultados (Cuadro 4.4) muestran que a mayor ACS de los novillos, aumentan el GM, GC, GR, EGS, grasa en RPC, PCC y AML. Las canales de novillos

con ACS menor de 1.27 m tuvieron un GM Ligero^{promedio} y GC *Select*^{promedio} y las canales de novillos con ACS mayor de 1.42 m los GM y GC fueron pequeño^{bajo} y *Choice*^{bajo}, respectivamente.

Los resultados presentados no coinciden con los reportados por Camfield *et al.* (1994, 1997, y 1999), quienes mencionan que las canales de novillos de talla mediana tuvieron mayor grado de marmoleo y por lo tanto de calidad que las canales de novillos de talla grande. Sin embargo, las diferencias en ACS de los animales utilizados en este estudio pueden ser debidas a diferencias en edad y no en talla a una misma edad.

En la Figura 4.5, se presentan los porcentajes de canales con diferente GC para las diferentes categorías de ACS. Se puede observar, que a mayor ACS los porcentajes de canales con GC *Choice* o mayor incrementan. Por otra parte, los porcentajes de canales con grados de calidad *Select* y *Standard* disminuyen al aumentar la ACS.

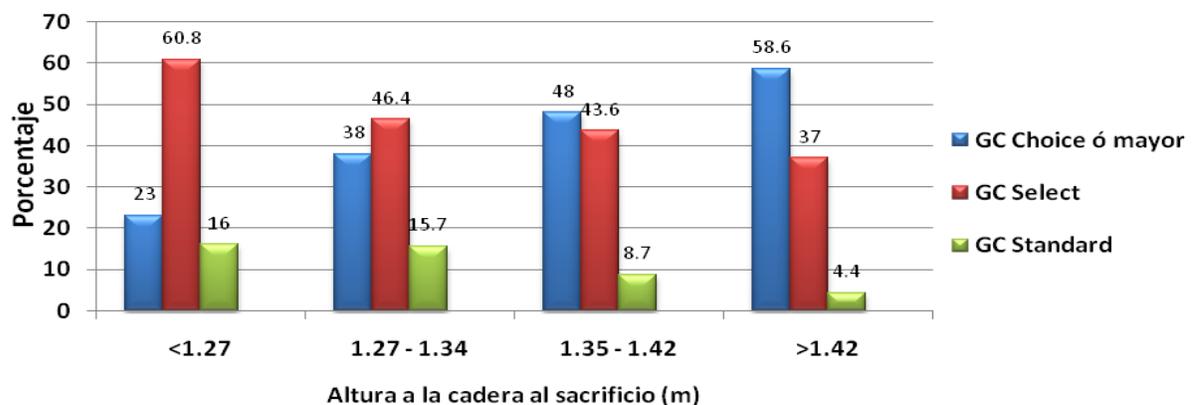


Figura 4.5. Porcentaje de canales con diferente grado de calidad de novillos sacrificados con diferente altura a la cadera.

No se encontró diferencia ($P>0.05$) en el GR de la canal entre las dos primeras categorías de ACS. Los novillos con mayor ACS presentaron canales con mayor valor numérico de GR (Cuadro 4.4). Estos resultados demuestran que cuando los novillos tienen mayor ACS, el rendimiento en cortes primarios de la canal deshuesados parcialmente y recortados de grasa disminuyen (USDA, 1997).

Camfield *et al.* (1994, 1997, 1999), encontraron diferencias ($P<0.05$) en GR de la canal en novillos de diferente talla. Las canales de novillos de tallas mediana y pequeña tuvieron valores numéricos más altos de GR que los novillos de talla grande.

En la Figura 4.6 se presentan los porcentajes de canales con GR de novillos sacrificados con diferente altura a la cadera, el mayor porcentaje de GR 1 se encuentra en las canales de novillos sacrificados con altura a la cadera de 1.27 a 1.34 m, sin embargo el GR 1 decrece cuando incrementar la altura a la cadera al sacrificio de 55.8 a 37.6% y el GR3 o mayor aumenta de 2.2 a 18.8%. Lo anterior indica que los animales más altos, los cuales también son más pesados rinden menos en cortes primarios de la canal que los de menor estatura y/o peso al sacrificio.

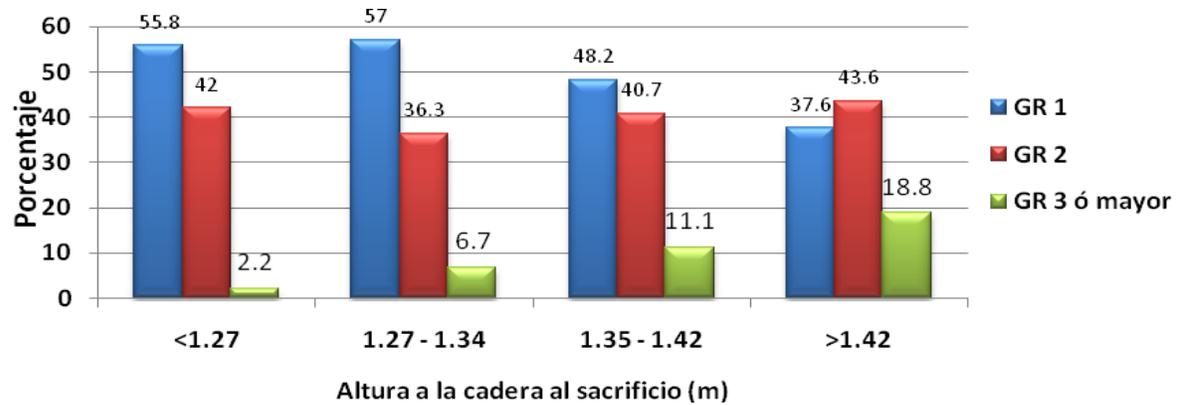


Figura 4.6. Porcentaje de canales con diferente grado de rendimiento en cortes de novillos sacrificados con diferente altura a la cadera.

Por otra parte, se encontró que al incrementar la ACS de los novillos, sus canales presentan mayor EGS, porcentaje de grasa en RPC, PCC y AML ($P \leq 0.05$). Cuando se ajusto el AML por PCC, se encontró que a mayor ACS el AML en $\text{cm}^2/100$ kg de PCC disminuye (Cuadro 4.4). Lo anterior, indica que los animales con menor altura a la cadera, poseen una mayor musculatura con relación al peso de la canal, menor EGS y porcentaje de grasa en RPC lo cual se refleja en un mayor rendimiento en cortes primarios de la canal (USDA, 1997).

Los resultados obtenidos en el presente estudio coinciden con algunos autores quienes mencionan que los novillos de talla grande tienen canales mas pesadas que novillos de talla mediana y pequeña (Dolezal *et al.*, 1993; Camfield *et al.*, 1994). Los novillos de talla grande tuvieron mayor PCC y EGS que los novillos de talla mediana (Camfield *et al.*, 1997). Las canales de novillos de talla mediana y pequeña tuvieron menores PCC, EGS, grasa en RPC y AML en comparación con los novillos de talla grande (Camfield *et al.*, 1999). Sin embargo estos resultados no concuerdan con

otros autores ya que en los estudios que realizaron ellos no encontraron diferencias ($P>0.05$) para AML, grasa en RPC (Camfield *et al.*, 1997, 1994).

Efecto del Grupo Racial sobre Características de la Canal

Los valores promedio, estimados por mínimos cuadrados y error estándar (EE) para características de calidad y rendimiento en cortes de la canal de novillos con diferente grupo racial se muestran en el Cuadro 4.5.

Cuadro 4.5. Promedios estimados por mínimos cuadrados y error estándar (EE) promedio para características de calidad y rendimiento en cortes de la canal de novillos de diferente grupo racial.

Característica	Grupo Racial		EE
	Bt x Bt (n=685)	Bt x Bi (n=555)	
Grado de Marmoleo USDA*	421.0 ^a	353.1 ^b	3.14
Grado de Calidad USDA**	697.0 ^a	652.3 ^b	1.96
Grado de Rendimiento USDA	2.0 ^a	2.0 ^a	0.02
Grasa subcutánea aj. (cm)	0.76 ^a	0.59 ^b	0.01
Grasa en RPC (%)	2.2 ^a	1.8 ^b	0.02
PCC (kg)	311.0 ^a	287.4 ^b	1.82
AML (cm ²)	86.3 ^a	76.5 ^b	0.43
AML (cm ²)/100 kg PCC	28.1 ^a	26.9 ^b	0.13

Bt = Bos taurus, Bi = Bos indicus.

USDA= Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

*100 = Prácticamente nulo, 200 = Trazas, 300 = Ligero, 400 = Pequeño, 500 = Modesto, 600 = Moderado, 700 = Lig. Abundante.

**500 = Standard °, 600 = Select °, 700= Choice °, 800= Prime °

RPC = Riñón, pelvis y corazón, PCC= Peso de la canal caliente, AML= Área del músculo *Longissimus dorsi*.

a b = Literales distintas en la misma hilera difieren ($P<0.05$).

Se encontró efecto ($P \leq 0.05$) de grupo racial para casi todas las características de la canal analizadas excepto GR. Las canales de los novillos cruza de *B. taurus* x *B. taurus* obtuvieron el mayor GM, GC, EGS, RPC, PCC y AML ($P \leq 0.05$). El GM y GC fueron Pequeño ^{bajo} y *Choice* ^{bajo} para los novillos cruza de *B. taurus* x *B. taurus* (Cuadro 4.5).

Los resultados encontrados en el estudio coinciden con autores que reportaron que el GM disminuye cuando el porcentaje de *Bos indicus* aumenta (Crouse, et al., 1989). El grado de calidad y marmoleo fue mejor para el ganado *Bos taurus* (Griffin et al., 1992). Las canales de novillos de la raza Angus obtuvieron mayor GM y GC que novillos *Bos indicus* (Paschal et al., 1995).

En la Figura 4.7, se muestran los porcentajes de canales con diferente grado de calidad. Las canales de novillos cruza de *B. taurus* x *B. taurus* obtuvieron alrededor de 32% más canales con GC *Choice* o mayor y 19% menos canales con GC *Standard* que los novillos cruza de *B. taurus* x *B. indicus*.

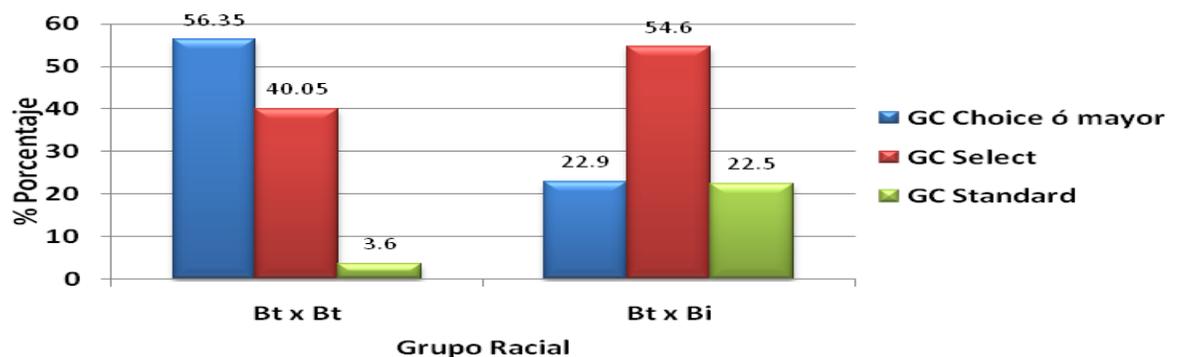


Figura 4.7. Porcentaje de canales con diferente grado de calidad de novillos de diferente grupo racial.

Lorenzen *et al.* (1993), Boleman *et al.* (1998), McKena *et al.* (2002) y García *et al.* (2008) al compararon las características de la canal de los grupos raciales *Bos taurus* y sus cruzas y *Bos indicus*. Encontraron que las canales de animales *Bos taurus* y sus cruzas tuvieron mayor GM, GC, que los *Bos índicus*. Esto se puede explicar ya que las razas europeas tienen habilidad para depositar grasa.

No se encontró diferencia ($P>0.05$) en GR en las canales de novillos de diferente grupo racial. Estos resultados coinciden con lo reportado McKenna *et al.*, (2002) y Garcia *et al.* (2008) al encontrar que no hay diferencia en GR tanto para *Bos taurus* como para *Bos indicus*.

Los mayores porcentajes de canales con GR 1 fueron mayores para los novillos cruce de *B. taurus* x *B. taurus*, que los cruzados con *B. indicus* (Figura 4.8). Lo anterior indica que se obtienen mayores rendimientos en cortes en los novillos cruce de *B. taurus*.

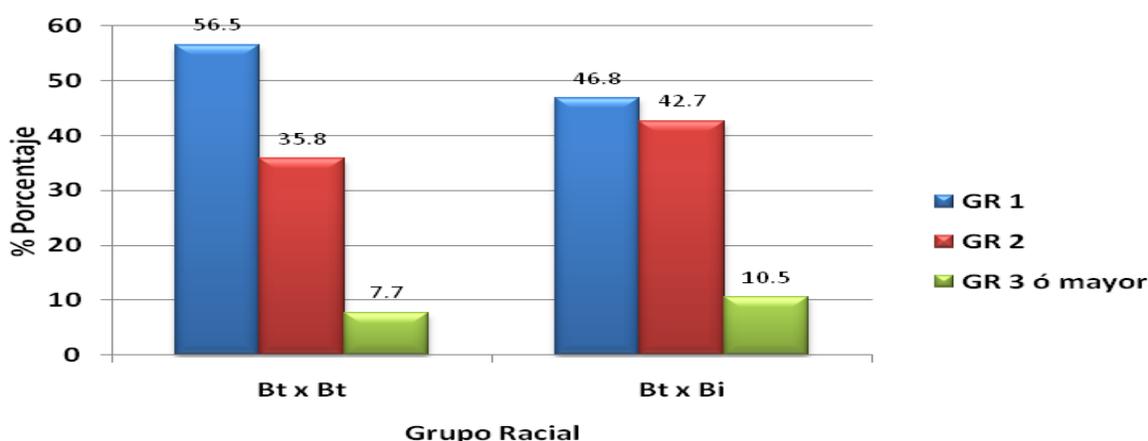


Figura 4.8. Porcentaje de canales con diferente grado de rendimiento en cortes de novillos de diferente grupo racial.

Es importante notar, que tanto en GC como GR, los novillos cruza de *Bos taurus* son superiores a los cruzados con *Bos indicus*. Lo anterior también ha sido reportado por (McKenna *et al.*, 2002 y Garcia *et al.*, 2008).

Por otra parte, en el Cuadro 4.5, se observa que las canales de los novillos de tipo *B. taurus* obtuvieron mayor EGS, porcentaje de grasa en RPC, PCC, AML y AML $\text{cm}^2/100 \text{ kg}$ de PCC ($P \leq 0.05$) que las canales de novillos de tipo *B. taurus* x *B. indicus*.

Los resultados reportados en el presente estudio concuerdan con varios autores Crouse, *et al.* (1989), McKenna *et al.* (2002) y Garcia *et al.* (2008) que aseveran que el PCC disminuye cuando el porcentaje de *Bos indicus* aumenta y que las canales de novillos Hereford cruzadas con Angus (*Bos taurus*) poseían mayor EGS que los novillos cruza de *Bos indicus*.

Lorenzen *et al.* (1993), Boleman *et al.* (1998), McKenna *et al.* (2002) y García *et al.* (2008) encontraron que las canales de novillos *Bos taurus* y sus cruza tuvieron mayor GM, GC, PCC, EGS, AML y porcentaje de grasa en RPC y menor valor numérico de GR que las canales de novillos *Bos indicus*.

5 CONCLUSIONES

Bajo las condiciones del presente estudio se puede concluir lo siguiente:

Al incrementar el peso y altura a la cadera al sacrificio y la ganancia diaria de peso de novillos jóvenes engordados en corral, se obtienen canales con mayor grado de calidad, grado de marmoleo, grado de rendimiento, espesor de grasa subcutánea, grasa en riñón pelvis y corazón, peso de la canal caliente y área del músculo *Longissimus dorsi*, pero decrece el área del musculo *Longissimus dorsi* por cada 100 kg de peso de la canal caliente.

Las canales de novillos sacrificados con mayor peso y altura a la cadera y los que obtuvieron mayor ganancia diaria de peso, fueron de mejor calidad y mayor valor numérico de grado de rendimiento y por lo tanto menor rendimiento en cortes que las canales de novillos sacrificados con menor peso, altura a la cadera y ganancia diaria de peso.

Las canales de novillos cruza de *Bos taurus x Bos taurus* tuvieron mayor grado de calidad, grado de marmoleo, espesor de grasa subcutánea, grasa en riñón pelvis y corazón, peso de la canal caliente, área del músculo *Longissimus dorsi*, y área del musculo *Longissimus dorsi* por cada 100 kg de peso de la canal caliente que las canales de novillos cruza de *Bos taurus x Bos indicus*. No se encontró diferencia entre las canales de los novillos de las diferentes cruzas para grado de rendimiento.

6 RESUMEN

El objetivo de este estudio fue probar que las características del animal vivo, tienen efecto sobre las características de la canal, se utilizó información de novillos jóvenes y sus canales (n=1240), colectada de 1991 a 2009. Los animales fueron alimentados en un promedio de 134 d. Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglos factoriales de tratamientos en donde año (con 19 niveles) se combinó de manera independiente con cada uno de los factores siguientes: categoría peso al sacrificio (4) ganancia diaria de peso (4) altura a la cadera al sacrificio (4) y grupo racial (2); el número de unidades experimentales fue diferente para cada caso. Se encontró efecto significativo ($P \leq 0.05$) de año, peso al sacrificio, ganancias diarias de peso, altura a la cadera y grupo racial sobre grado de calidad (GC), grado de marmoleo (GM), grado de rendimiento (GR), espesor de grasa subcutánea (EGS), grasa en riñón, pelvis y corazón (RPC), peso de la canal caliente (PCC) y área del músculo *Longissimus dorsi* (AML). Al aumentar el peso al sacrificio, ganancias diarias de peso y altura a la cadera, el GM, GC, GSA, RPC, PCC, AML, GR numérico se incrementan ($P \leq 0.05$) pero el AML por cada 100 kg de PCC disminuye. El GC, GM, GSA, RPC, PCC, AML y AML por cada 100 kg de PCC fueron mayores para los novillos cruce de *Bos taurus* x *Bos taurus* que los cruce de *B. taurus* x *B. indicus*. No se encontró diferencia ($P > 0.05$) para GR en los novillos de las diferentes cruces. Se concluye que novillos sacrificados con mayor peso, mayor altura a la cadera, que ganaron más peso durante la engorda y de cruces *B. taurus* x *B. taurus* producen canales de mayor calidad y menor rendimiento en cortes (mayor valor numérico de grado de rendimiento).

7 LITERATURA CITADA

- BIF.2002. Guidelines for uniform beef improvement programs. 8th ed. Beef Improvement Federation. Athens, G.A. U.S.A.pp 27-31.
- Boleman, S.L., S.J. Boleman, W.W. Morgan, D.S. Hale, D.B. Griffin, J.W. Savell, R.P. Ames, M.T. Smith, J.D. Tatum, T.G. Field, G.C. Smith, B.A. Gardner, J.B. Morgan, S.L. Northcutt, H.G. Dolezal, D.R. Gill y F.K. Ray. 1998. National Beef Quality Audit-1995: survey of producer-related defects and carcass. *J. Anim. Sci.* 76:96-103.
- Camfield, P.K., A.H. Brown, Jr., Z.B. Johnson, P.K. Lewis, y C.J. Brown. 1994. Effects of growth type on weight-age and carcass data of beef steers developed on pasture and in the feedlot. *J. Anim. Sci.* 72(Suppl. 2):26 (Abstr.).
- Camfield, P.K., A.H. Brown, Jr, P.K. Lewis, L.Y. Rakes, y Z.B. Johnson. 1997. Effects of frame size and time-on-feed on carcass characteristics, sensory attributes, and fatty acid profiles of steers. *J. Anim. Sci.* 75:1837-1844.
- Camfield, P.K., A.H. Brown, Jr, Z.B. Johnson, C.J. Brown, P.K. Lewis, y L.Y. Rakes. 1999. Effects of growth type on carcass traits of pasture- or feedlot-developed steers. *J. Anim. Sci.* 77:2437-2443.
- Castro Bulle, F. C. P., P.V. Paulino, A.C. Sánchez, y R.D. Sainz. 2007. Growth, carcass quality, and protein and energy metabolism in beef cattle with different growth potentials and residual feed intakes. *J. Anim. Sci.* 85:928-936.
- Crouse, J.D., L.V. Cundiff, R.M. Koch, M. Koohmaraie, y S.C. Seideman. 1989. Comparisons of *Bos indicus* and *Bos taurus* inheritance for carcass beef characteristics and meat palatability. *J. Anim. Sci.* 67:2661-2668.
- Dolezal, H.G., J.D. Tatum, y F.L. Williams. 1993. Effects of feeder cattle frame size, muscle thickness, and age class on days fed, weight, and carcass composition *J. Anim. Sci.* 71:2975-2985.
- Garcia, L.G., K.L. Nicholson, T.W. Hoffman, T.E. Lawrence, D.S. Hale, D.B. Griffin, J.W. Savell, D.L. VanOverbeke, J.B. Morgan, K.E. Belk, T.G. Field, J.A. Scanga, J.D. Tatum y G.C. Smith. 2008. National Beef Quality Audit 2005: Survey of targeted cattle and carcass characteristics related to quality, quantity, and value of fed steers and heifers. *J. Anim. Sci.* 86:3533-3543.
- Griffin, D.B., J.W. Savell, J.B. Morgan, R.P. Garrett, y H.R. Cross. 1992. Estimates of subprimal yields from beef carcasses as affected by USDA grades, subcutaneous fat trim level, and carcass sex class and type. *J. Anim. Sci.* 70:2411-2430.

- Hawrysh, Z.J., y R.T. Berg. 1979. Eating quality of beef from young Hereford bulls as influenced by slaughter weight. *Can. J. Anim. Sci.* 59:237-245.
- Hicks, R.B., F.N. Owens, D.R. Gill, J.J. Martin y C.A. Strasia. 1990. Effects of controlled feed intake on performance and carcass characteristics of feedlot steers and heifers. *J. Anim. Sci.* 68:233-244.
- Huffman, R.D., S.E. Williams, D.D. Hargrove, D.D. Johnson, y T.T. Marshall. 1990. Effects of percentage Brahman and Angus breeding, age-season of feeding and slaughter end point on feedlot performance and carcass characteristics. *J. Anim. Sci.* 68:2243-2252.
- Jasso, P.J.L. 1994. Factores relacionados con el grado de calidad y grado de rendimiento de canales de novillos jóvenes (tesis licenciatura). Saltillo, Coah., Mex. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Judges. M.D., E.D. Aberle, J.C. Forrest, H.B. Hedrick and R.A. Merkel. 1989. Principles of meat science. Second ed. Ed. Kendall/Hunt Publishing Company. USA. 351 p.
- Kirkland, R.M., T.W. J. Keady, D.C. Patterson, D.J. Kilpatrick y R.W.J. Steen. 2006. The effect of slaughter weight and sexual status on performance characteristics of male Holstein-Friesian cattle offered a cereal-based diet. *J. Anim. Sci.* 82:397-404.
- Klopfenstein T., R. Cooper, D. J. Jordon, D. Shain, T. Milton, C. Calkins y C. Rossi. 2000. Effects of backgrounding and growing programs on beef carcass quality and yield. *J. Anim. Sci.* 77:1-11.
- Knapp, R.H., C.A. Terry, J.W. Savell, H.R. Cross, W.L. Mies, y J.W. Edwards. 1989. Characterization of cattle types to meet specific beef targets. *J. Anim. Sci.* 67:2294-2308.
- Lorenzen, C.L., D.S. Hale, D.B. Griffin, J.W. Savell, K.E. Belk, T.L. Frederick, M.F. Miller, T.H. Montgomery y G.C. Smith. 1993. National beef quality audit: survey of producer-related defects and carcass quality and quantity attributes. *J. Anim. Sci.* 71:1495-1502.
- McKenna, D.R., D.L. Roebert, P.K. Bates, T.B. Schmidt, D.S. Hale, D.B. Griffin, J.W. Savell, J.C. Brooks, J.B. Morgan, T.H. Montgomery, K.E. Belk y G.C. Smith. 2002. National beef quality audit 2000: survey of targeted cattle and carcass related to quality, quantity, and value of fed steers and heifers characteristics. *J. Anim. Sci.* 80:1212-1222.
- Méndez, R.D., C.O. Meza, J.M. Berruecos, P. Garcés, E.J. Delgado, y M.S. Rubio. 2009. A survey of beef carcass quality and quantity attributes in Mexico. *J. Anim. Sci.* 87:3782-3790.

- Murphy, T.A. y S.C. Loerch. 1994. Effects of restricted feeding of growing steers on performance, carcass characteristics, and composition. *J. Anim. Sci.* 72:2497-2507.
- National Livestock and Meat Board. 1988. Meat evaluation Handbook. Chicago, Illinois. USA. 70 p.
- Park, G.B., S.S. Moon, Y.D. Ko, J.K. Ha, J.G. Lee, H.H. Chang, y S.T. Joo. 2002. Influence of slaughter weight and sex on yield and quality grades of Hanwoo (Korean native cattle) carcasses. *J. Anim. Sci.* 80:129-136.
- Paschal, J.C., J.O. Sanders, J.L. Kerr, D.K. Lunt y A.D. Herring. 1995. Postweaning and feedlot growth and carcass characteristics of Angus, gray Brahman, Gir, Indu Brazil, Nellore, and red Brahman sired F1 calves. *J. Anim. Sci.* 73:373-380.
- Salgeiro, Z.J., M.D. Díaz y A.J. Santaolalla. 2008. Efecto del peso de sacrificio y la raza en la canal de terneros alimentados con ensilados. *Universidad de la Rioja.* 57:295-306.
- SAS. 1989. SAS/Stat. User's Guide (Release 6.12). SAS. inst. Inc. Cary, NC. U.S.A.
- Savell, J.W., H.R. Cross, J.J. Francis, J.W. Wise, D.S. Hale, D.L. Wilkes, and G.C. Smith. 1989. National consumer retail beef study: Interaction of trim level, price, and grade on consumer acceptance of beef steaks, and roasts. *J. Food Qual.* 12:251.
- Steen, R.W.J., y D.J. Kilpatrick. 1995. Effects of plane of nutrition and slaughter weight on the carcass composition of serially slaughtered bulls, steers and heifers of three breed crosses. *Livestock Production Science.* 43:205-213.
- Tatum, J.D., G.C. Smith, y K.E. Belk. 2000. New approaches for improving tenderness, quality, and consistency of beef. *Proc. Am. Soc. Anim. Sci.* 10 p.
- USDA. 1997. Official United States standards for grades of carcass beef. Agricultural Marketing Service. Washington DC.
- Waggoner, J.W., C.P. Mathis, C.A. Loest, J.E. Sawyer, F.T. McCollum, III, y J.P. Banta. 2007. Case Study: Impact of morbidity in finishing beef steers on feedlot average daily gain, carcass characteristics, and carcass value. *Prof. Anim. Sci.* 23:174-178.