

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**  
**ANTONIO NARRO**  
**División de Ciencia Animal**



**EFFECTO DEL GRUPO RACIAL SOBRE LOS GRADOS DE CALIDAD Y  
RENDIMIENTO EN CORTES DE LA CANAL EN BOVINOS**

**Por:**

**ADOLFO CARRILLO GARCIA**

**TESIS**

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

**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México**

**Noviembre de 2013**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

EFFECTO DEL GRUPO RACIAL SOBRE LOS GRADOS DE CALIDAD Y  
RENDIMIENTO EN CORTES DE LA CANAL DE BOVINOS

POR:

ADOLFO CARRILLO GARCIA

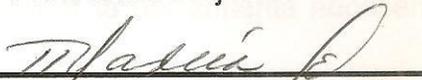
TESIS

Que se somete a consideración del H. Jurado examinador como requisito  
parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA.

APROBADA

Presidente del jurado



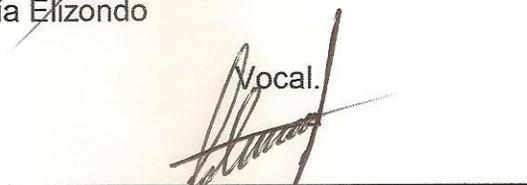
Dr. Roberto García Elizondo

Vocal.



Dr. Ramiro López Trujillo

Vocal.



Dr. Fernando Ruiz Zárate

Coordinador de la División de Ciencia Animal



Dr. Ramiro López Trujillo



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Noviembre de 2013

## AGRADECIMIENTOS

### A DIOS

Por tener salud y bienestar en toda mi vida y principalmente en el ciclo de formación profesional ya que nunca me abandonaste en los momentos difíciles y me diste la fuerza para levantarme a cada día para poder alcanzar mis sueños.

### A MI “ALMA TERRA MATER”

Por abrigarme en su seno a partir desde el primer día que ingrese hasta el final de mi carrera; por permitir superarme, así como enseñarme a trabajar, lo más hermoso que alimenta a nuestro pueblo mexicano “**EL CAMPO Y LA GANADERIA**”, además de obtener la herramienta necesaria para aprovechar al máximo sus frutos.

### A MIS ASESORES

Mi más sincero agradecimiento al **Dr. Roberto García Elizondo**, por aceptarme como su tesista; además de su valioso apoyo y dedicación para uno y así culminar exitosamente mi trabajo.

Al **Dr. Ramiro López Trujillo**, por brindarme su apoyo como catedrático y asesor por las observaciones y consejos durante mi formación profesional así como de las enseñanzas adquiridas en las clases impartidas.

Al **Dr. Fernando Ruiz Zárate**, por brindarme su apoyo como asesor en la realización del presente trabajo.

Quiero agradecerle a todos mis amigos que durante mi estancia en la universidad, pasamos buenos y malos momentos: **Yadira Guadalupe, Yessenia, Topacio, Arturo, Carlos Mario, David**. A mis amigos del C.B.T.a: **Elvira, Cristina, Ebert**.

A todos los maestros de esta institución que contribuyeron a mi formación profesional; al brindar parte de sus conocimientos y su amistad durante mi carrera.

## DEDICATORIAS

### A MIS PADRES

**Sr. Adolfo Carrillo Mariano**

**Sra. Cecilia García del Rivero**

Por darme lo mejor que los padres puedan dar a sus hijos; su cariño y comprensión, con sus valiosos consejos que no los he de olvidar, sus bendiciones que siempre llegan a mí; a ustedes que nunca les podré pagar por todo lo que han hecho por mí. **Dios los bendiga papas.**

### A TI PADRE

Por ser esa persona tan especial en mi vida, por darme la oportunidad de superarme y por creer en mí. **Gracias papa.**

### A TI MAMA

Por ser lo más hermoso a ti madre, porque me diste la vida, tu cariño, cuidados, desvelos, sacrificios; porque siempre has estado conmigo en todo, por tus consejos que siempre tengo presente; por todo lo que has hecho por mí. **Gracias mama.**

## **A MIS HERMANAS**

**Mayra Isset**

**Brenda Isabel**

A quienes he compartido alegrías y tristezas. Y están con migo en las buenas y en las malas, con mucho cariño y afecto a ustedes que gracias a su comprensión y apoyo he cumplido mi mas anhelo sueño.

## INDICE DE CONTENIDO

	<b>Página</b>
<b>1. INTRODUCCION</b>	1
<b>Objetivo general</b>	2
<b>Objetivo especifico</b>	2
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	3
<b>Generalidades</b>	3
<b>Grados de Calidad de la Canal de Bovino</b>	4
<b>Marmoleo</b>	4
<b>Madurez fisiológica de la canal</b>	5
<b>Grados de Rendimiento de la Canal</b>	8
<b>Espesor de grasa subcutánea</b>	9
<b>Grasa en riñón, pelvis y corazón</b>	10
<b>Peso de la canal caliente</b>	10
<b>Área del músculo <i>Longissimus dorsi</i></b>	10
<b>Grupo Racial y Característica de la Canal</b>	12
<b>Hipótesis</b>	14

<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	15
<b>Análisis Estadístico</b>	17
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	18
<b>Efecto del Grupo Racial sobre las Características de la Canal</b>	19
<b>5. CONCLUSIONES</b>	26
<b>6. RESUMEN</b>	27
<b>7. LITERATURA CITADA</b>	28

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>		<b>Página</b>
2.1	Relación entre los grados de madurez de una canal y la edad cronológica aproximada del animal. ....	6
2.2	Porcentaje esperado de cortes primarios recortados de grasa y parcialmente deshuesados de una canal de bovinos con diferentes grados de rendimiento. ....	8
4.1	Promedio, desviación estándar (DS) y valores mínimos y máximos de características de la canal de novillos (n= 600). ....	18
4.2	Promedios estimados por mínimos cuadrados y errores estándar (EE) para grados de calidad y rendimiento en cortes de la canal de novillos de diferente grupo racial. ....	20
4.3	Promedios estimados por mínimos cuadrados y errores estándar (EE) de los factores que determinan los grados de calidad y rendimiento en cortes de la canal de novillos de diferente grupo racial. ....	24

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
2.1	Relación entre grados de madurez, marmoleo y calidad de la canal de bovinos (USDA, 1997). .....	7
4.1	Porcentaje de canales con diferentes grados de calidad de novillos de distinto grupo racial. ....	21
4.2	Porcentaje de canales con diferente grado de rendimiento en cortes de la canal de novillos de diferente grupo racial.	23

## 1. INTRODUCCION

En el marco de la economía agropecuaria nacional, la industria de la carne de bovino juega un papel muy importante, sumada a la función para proporcionar los requerimientos nutricionales primordiales a la población, mediante el aporte de proteína de alto valor biológico, vitaminas del complejo B, minerales como hierro, zinc y fósforo, y ácidos grasos esenciales (Hedrick *et al.*, 1994).

Un factor que ha causado controversia es el efecto de la raza o grupo racial, por ejemplo, en la clasificación de las canales (USDA, 1996), las razas tipo cebú son discriminadas debido a una mayor dureza, menor grado de marmoleo. Sin embargo, en cada región del mundo, existen diferentes hábitos de consumo y en consecuencia diferentes tipos de corte: es por eso que la carne que un consumidor considera de calidad, para otros, no lo es o viceversa.

Por lo anterior, en México, el gobierno y el 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 Cerino, (2010).

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

La clasificación de canales se basa en la asignación de grados, los cuales determinan la calidad y rendimiento 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 determina su valor económico (BIF, 2002).

Considerando de interés y de importancia en el proceso de producción, en el análisis de los factores que incide en la evaluación de las canales de bovinos y aprovechando la información generada en los últimos 13 años en el evento anual conocido como “Concurso del Becerro Gordo”, organizado por la Asociación Ganadera Local de Sabinas, Coahuila, se reviso la información y se plantearon los siguientes objetivos:

#### **Objetivo general**

Evaluar el efecto del grupo racial sobre los grados de calidad y rendimiento de la canal de novillos jóvenes.

#### **Objetivo específico**

Evaluar el efecto del grupo racial sobre los grados de marmoleo, espesor de grasa subcutánea, peso de la canal caliente, área del músculo *Longissimus dorsi* y grasa en riñón, pelvis y corazón de canales en novillos jóvenes.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### Generalidades

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

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

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

Las normas oficiales establecidas por el servicio de Clasificación de Ganado y Carne de Bovinos 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. Posteriormente, el servicio se extendió a otros estados del norte de la Republica Mexicana: Sinaloa (1986), Nuevo León (1990), Coahuila (1992), Baja California (1994), Chihuahua (2000) y Tamaulipas (2004).

Las normas de E.U. y de los estados del norte de México utilizados para clasificar canales de bovinos, se basan en la asignación de grados, los cuales determinan la calidad y el rendimiento de una canal e incluye dos aspectos importantes: grados de calidad y grados de rendimiento en cortes primarios (BIF, 2002).

## **Grados de Calidad de la Canal de Bovinos**

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 solo cinco: Suprema, Selecta, Buena, Estándar y Comercial, equivalente 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 la canal de bovino son: la cantidad de grasa intramuscular (marmoleo) en el área del músculo *Longissimus dorsi* entre la doceava y treceava vértebra torácica, la madurez fisiológica de la canal, color del músculo y grasa, textura de las fibras musculares y 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<sup>ava</sup> y 13<sup>ava</sup> 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 alimentado a un punto final de sacrificio basado en la capa de grasa subcutánea o su condición corporal. Los productores tratan de alcanzar el mayor porcentaje de canales con grados de calidad *Choice* y utilizan la grasa subcutánea del animal vivo como un indicador del grado de marmoleo esperado en la canal Cerino, (2010).

De mayor a menor cantidad de grasa intramuscular, los grados de marmoleo establecidos para la clasificación de canales de bovino son: abundante, moderadamente abundante, ligeramente abundante, moderado, modesto, pequeño, ligero, trazas y prácticamente nulo (USDA, 1997).

### **Madurez fisiológica de la canal**

La madurez de una canal es indicador de la edad fisiológica, no cronológica, del animal vivo (USDA, 1997). Está determinada por la madurez esquelética observando la osificación de los huesos (vértebras) y cartílagos de las apófisis de las mismas, la forma, tamaño y color de las costillas y la madurez muscular observando el color y textura del músculo *Longissimus dorsi*.

En 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. En las canales de los 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 maduras, los

cambios de osificación llegan a ser evidentes primero en los huesos y cartílagos de la vértebras sacras, en seguida, en las vértebras lumbares y más tarde en las vértebras torácicas (USDA, 1997).

El sistema de clasificación de canales de los Estados Unidos considera cinco grados de madurez de la 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 muestra en el Cuadro 2.1.

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

<b>Grados de Madurez</b>	<b>Edad (Meses)</b>
A	9-30
B	30-42
C	42-72
D	72-96
E	>96

Fuente: 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 en 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 los 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 la madurez final (USDA, 1997).

El USDA (1997) menciona que los grados de madurez y marmoleo son los factores principales 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.	<b>PRIME</b>		<b>COMMERCIAL</b>		
Lig. Abun.					
Moderado					
Modesto	<b>CHOICE</b>				
Pequeño				<b>UTILITY</b>	
Ligero	<b>SELECT</b>				
Trazas	<b>STANDARD</b>				<b>CUTTER</b>
Pract. nulo					

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

## Grados de Rendimiento en Cortes de la Canal

Los grados de rendimiento, estiman la cantidad o el rendimiento en cortes primarios (lomo, pierna, paleta y costilla) recortados de grasas y parcialmente deshuesados de la 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 mayor número de grado de calidad, menor son los porcentajes de cortes primarios y carne comestible total de una canal. Por cada cambio en una unidad de grados 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 recortados de grasa y parcialmente deshuesados de una canal de bovinos con diferentes grados de rendimiento.

<b>Grados de Rendimiento</b>	<b>Rendimiento Esperado en Cortes Primarios* (%)</b>	<b>Rendimiento en Carne Comestible (%)</b>
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 la canal de bovino se establece en función de cuatro características: el espesor de grasa subcutánea o 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*) (USDA, 1997).

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

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

### **Espesor de la grasa subcutánea**

El espesor de grasa subcutánea (EGS) o externa en una canal es el espesor de la grasa alrededor del músculo *Longissimus dorsi* o *ribeye* u ojo de la costilla. Es medida a tres cuartos de longitud del músculo a partir del hueso de la columna vertebral, perpendicular a la superficie de grasa en la 12<sup>ava</sup> costilla. Esta medición puede ser ajustada de acuerdo a la cantidad de grasa total de una canal (USDA, 1997).

El EGS es factor que más influencia negativa tiene sobre los grados de rendimiento en cortes de una canal. A mayor capa de grasa externa, mayor el valor numérico del grado de rendimiento y por lo tanto, menor es el rendimiento en cortes primarios de la canal. 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 grados 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 de RPC 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 al 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 musculo *Longissimus dorsi*.**

El área del musculo *Longissimus dorsi* (AML) es considerada como un indicador de la musculatura de una canal, se determina midiendo el área del musculo entre las 12<sup>ava</sup> y 13<sup>ava</sup> costillas (USDA, 1997). A mayor AML menor será el valor numérico de GR y por lo tanto mayor el porcentaje de rendimiento en cortes de la canal. Existe una relación positiva entre el PCC y el AML y negativa entre

EGS y el AML o sea que a mayor EGD, menor es el AML y viceversa. Por cada pulgada cuadrada de aumento en AML, disminuye el valor numérico de GR en 30 % (USDA, 1997; Hale *et al.*, 2010).

El AML es mayor cuando los pesos de las canales son más altos. Para comparar el AML de diferentes canales se recomienda (Owens y Gardner, 2000; Drake, 2004) convertirla a un peso común (AML/100 kg de canal) dividiendo el área entre el peso de la canal y multiplicarlo por 100.

Los grados de calidad de una canal están directamente relacionados con los grados de rendimiento en cortes de la misma. A mayor grado de calidad mayor es el valor numérico de GR y por lo tanto menor rendimiento en cortes de la canal (USDA, 1997; Hala *et al.*, 2010).

Varios métodos y sitios anatómicos han sido utilizados para medir el músculo *Longissimus dorsi* y su relación con la composición de la canal; estas medidas son normalmente hechas entre la 12<sup>ava</sup> y 13<sup>ava</sup> costilla para bovinos y borregos (Murphey *et al.*, 1960). A medida que el ojo de la costilla aumenta, el valor numérico de grado de rendimiento de la canal disminuye.

El punto de medición puede diferir entre ciudades y países, los estudios del área del músculo *Longissimus dorsi* reportan que este músculo está asociado positivamente con varias medidas de la canal magra donde el exceso de grasa fue removida o ajustada a un grosor uniforme. Numerosos reportes incluyen el área del *Longissimus dorsi* como índice de musculatura (Murphey *et al.*, 1960; Kempster *et al.*, 1982).

## Grupo Racial y Característica de la Canal

Crouse *et al.* (1989) estudiaron las características de la canal de 422 novillos, que difieren en la proporción de Brahmán (B), Sahiwal (S), Pinzgauer (P), Hereford (H) y Angus (A). Reportaron que el grado de marmoleo y PCC disminuyen cuando el porcentaje de *Bos indicus* aumenta. Las canales de novillos Hereford por 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: ingles, <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 tipo inglés.

Para estudiar el efecto del grupo racial sobre características de la canal, Huffman *et al.* (1990) utilizaron 165 novillos de conocido porcentaje de Brahmán (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 bovinos, 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*, en tanto que 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 post-destete y engorda y las características de la canal de cinco razas *Bos indicus* (Brahmán, Gyr, Indobrasil, Nellore y Brahmán rojo) y una *Bos taurus* (Angus). Las canales de la raza Angus tuvieron mayor grado de marmoleo, grado de calidad y AML. Los novillos Angus tuvieron menor valor numérico de grados de rendimiento, peso inicial, final y por lo tanto de la canal que novillos de la razas cebuinas (*Bos indicus*). No se detectaron diferencias ( $P>0.05$ ) para EGS y porcentaje de grasa en RPC entre los novillos Angus y *Bos indicus*.

Chambaz *et al.* (2003) mencionan que el grado de marmoleo fue similar en novillos de las razas Charoláis, Angus, Simmental y Limousin, cuando estos siguieron un patrón similar de alimentación. A pesar de que las razas cebuinas y sus cruzas con razas lecheras utilizadas para la producción de carne y de leche en el trópico de México, son rechazadas por el sistema de clasificación de los Estados Unidos de Norteamérica, se debe de considerar que se tiene un gran mercado a nivel nacional debido a los hábitos de consumo nacional.

Con el propósito de evaluar las características de la canal de bovinos sacrificados en plantas empacadoras 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 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*.

El efecto de grupo racial, en función de su capacidad de desarrollo, va a condicionar el tipo y las características de la canal dentro del sistema de producción y es un factor importante que influye en el rendimiento y en la conformación de la misma.

### **Hipótesis**

Novillos de cruzas *Bos taurus x Bos taurus* producen canales de mejor calidad y rendimientos en cortes que los novillos cruzados *Bos taurus x Bos indicus*.

### 3. MATERIALES Y METODOS

En el evento anual conocido como Concurso del Becerro Gordo, organizado por la Asociación Ganadera Local de Sabinas, Coahuila, se utilizó la información de 13 años (2000-2012) de 600 canales de toretes castrados (novillos) menores de 2 años, los cuales fueron alimentados por 134 días y sacrificados con un peso promedio de 496 kg.

La información de cada animal se conglomeró en los grupos raciales *Bos taurus x Bos taurus*, *Bos taurus x Bos indicus* (< 50 % *Bos indicus*) y *Bos taurus x Bos indicus* ( $\geq$  50 % *Bos indicus*). Se utilizaron los estándares establecidos por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, 1997). Se analizó el grado de calidad (GC), marmoleo (GM) y rendimiento en cortes (GR), espesor de grasa subcutánea (EGS), porcentaje de grasa en riñón, pelvis y corazón (RPC), peso de la canal caliente (PCC) y área del músculo *Longissimus dorsi* (AML).

Los animales fueron sacrificados en el rastro de Sabinas, Coahuila, en el km 1 de la carretera Sabinas- Nueva Rosita. Inmediatamente después del sacrificio, cada canal fue identificada, pesada (PCC) y dividida longitudinalmente en dos partes. Posteriormente, se pasaron al cuarto frío con una temperatura que varió de 2 - 4 °C por 24 hr. Posteriormente, 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, 1997). Para lo anterior, se hizo un corte transversal entre las 12<sup>ava</sup> y 13<sup>ava</sup> vértebra torácica y después de 30 minutos, se realizaron las siguientes mediciones: GM, EGS, porcentaje de grasa en RPC y AML. No se determinaron el grado de madurez de las canales; sin embargo, se asume que son de grado de madurez A (USDA, 1997) ya que solo se incluyeron animales menores de 24 meses que no habían mudado dientes al momento del sacrificio.

El GM se estimó comparando la cantidad de grasa intramuscular depositada en la superficie del músculo *Longissimus dorsi* (*ribeye*) con 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 muestra la Figura 2.1.

El EGS se midió con un vernier, graduado en décimas de pulgada, en la 12<sup>ava</sup> y 13<sup>ava</sup> costilla perpendicularmente a la superficie exterior en un punto que corresponde a los tres cuartos de la longitud del músculo *Longissimus dorsi*. El AML se calculó con una plantilla cuadrículada dividida en décimas de pulgada cuadrada, la cual se colocó en la superficie del músculo en la 12<sup>ava</sup> costilla. El porcentaje de grasa en RPC con relación al peso de la canal caliente fue estimada subjetivamente.

Para la determinación del grado de rendimiento GR se utilizó la siguiente ecuación (USDA, 1997):

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

## Análisis Estadístico

Para analizar el efecto del grupo racial sobre las características relacionadas con el grado de calidad y rendimiento en cortes de la canal, los novillos fueron agrupados en base a tres categorías:

- 1.- *Bos taurus* x *Bos taurus*
- 2.- *Bos taurus* x *Bos indicus* < 50% (*Bi*)
- 3.- *Bos taurus* x *Bos indicus*  $\geq$  50% (*Bi*)

Para evaluar las características de la canal (GM, GC, GR, EGS, grasa en RPC, PCC y AML), se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial de tratamientos 13 (años) x 3 (grupos raciales). El número de unidades experimentales fue diferente para cada caso (SAS, 1989). También para las diferentes categorías del 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 de la canal de 600 novillos jóvenes (menores de 24 meses de edad), engordados en corral de abril a septiembre (134 días promedio) durante los años 2000 a 2012, se muestran en el Cuadro 4.1.

Cuadro 4.1. Promedio, desviación estándar (DS) y valores mínimos y máximos de características de la canal de novillos (n=600).

Características	Promedio	DS	Mínimo	Máximo
Grado de marmoleo USDA*	383.27	103.61	150.00	717.00
Grado de calidad USDA**	666.06	60.80	525.00	806.00
Grado de rendimiento USDA	1.94	0.70	0.14	5.34
Grasa subcutánea (cm)	0.69	0.37	0.13	3.05
Grasa de RPC (%)	2.11	0.69	0.50	4.50
PCC (kg)	307.97	48.82	187.00	428.00
AML (cm <sup>2</sup> )	85.42	12.38	50.97	125.16
AML (cm <sup>2</sup> ) / 100 kg PCC	28.00	3.44	19.37	40.66

USDA= Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (1997).

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

\*\*500= Stándard °°, 600= Select °°, 700= Choice °°, 800= Prime °°

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

Los valores promedio para GC y GR fueron *Select*<sup>66</sup> y 1.94, ligeramente menores en GC y hasta un grado de valor numérico de GR que los obtenidos en las auditorías nacionales de la calidad de la carne de bovino en los Estados

Unidos de 1991, 1995, 2000 y 2005. En ellas se reportan Lorenzen *et al.* (1993) canales con GC promedio (*Select*<sup>86</sup>) y GR (3.2). Boleman *et al.* (1998) reportan GC (*Select*<sup>79</sup>) y GR (2.8). McKenna *et al.* (2002) encontraron GC (*Select*<sup>85</sup>) y GR (3.0) y García *et al.* (2008) informan GC (*Select*<sup>80</sup>) y GR (2.9).

Los promedios de los GR en cortes de la canal se consideran representativos del ganado engordado en el norte del país (Méndez *et al.*, 2009; Torrescano, *et al.*, 2010) pero más altos en GC y marmoleo.

Al determinar la edad de los novillos por medio de la presencia o ausencia de los dientes incisivos permanentes, se encontró que el 100% de los novillos utilizados en este trabajo, no habían mudado por lo que el grado de madurez fue A. Lawrence *et al.* (2001) reporta que bovinos que no presentan dientes incisivos permanentes tiene edades menores de 24 meses.

Al analizar por separado los efectos de año de engorda, grupo racial y su interacción sobre las características USDA (1997) de la canal, se encontró efecto significativo ( $P \leq 0.05$ ) de año de la engorda. El análisis de esta fuente de variación se omite por ser un lugar común y por la gran diversidad de factores de manejos 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 Grupo Racial sobre las Características de la Canal**

Los valores promedios, estimados por mínimos cuadrados y error estándar (EE) promedio para grados de calidad y rendimientos en cortes primarios de la canal de novillos de diferente grupo racial se muestra en el Cuadro 4.2.

Cuadro 4.2. Promedios estimados por mínimos cuadrados y errores estándar (EE) para grados de calidad y rendimiento en cortes de la canal de novillos de diferente grupo racial.

Característica	Grupo Racial			EE
	<i>Bt x Bt</i>	<i>Bt x Bi</i> ( <i>&lt; 50 % Bi</i> )	<i>Bt x Bi</i> ( <i>≥ 50 % Bi</i> )	
Numero de observaciones	266	221	113	
Grado de calidad USDA	691.60 <sup>a</sup>	652.05 <sup>b</sup>	639.07 <sup>b</sup>	4.20
Grado de rendimiento USDA	2.04 <sup>a</sup>	1.88 <sup>b</sup>	1.92 <sup>b</sup>	0.05

*Bt* = *Bos taurus*, *Bi* = *Bos indicus*.

USDA = Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

\*500 = Standard<sup>oo</sup>, 600 = Select<sup>oo</sup>, 700 = Choice<sup>oo</sup>, 800 = Prime<sup>oo</sup>.

Ab = Literales distintas en las misma hilera difieren ( $P \leq 0.05$ )

Al analizar el efecto del grupo racial sobre los grados de calidad de la canal, se encontró un efecto significativo ( $P \leq 0.05$ ) sobre las variables analizadas. Los animales del grupo racial *Bos taurus* x *Bos taurus* obtuvieron mayor valor (691.6) en calidad de la canal (*Select*<sup>alto</sup>) que los animales cruzados de *Bos taurus* x *Bos indicus* (*Select*<sup>promedio</sup> y *Select*<sup>bajo</sup>), respectivamente. No se encontró efecto significativo ( $P \geq 0.05$ ) en las canales de los novillos cruza de *Bos taurus* x *Bos indicus* (Cuadro 4.2). Resultados similares son reportados por diferentes autores (Crouse *et al.*, 1989; Griffin *et al.*, 1992; Paschal *et al.*, 1995) al comparar los grados de calidad de la canal de animales de razas *Bos taurus* y *Bos indicus*.

Existe antagonismo entre los grados de calidad y rendimiento en cortes de la canal (Hale *et al.*, 2010). Al aumentar el grado de calidad incrementa el valor numérico de GR y por lo tanto disminuye el rendimiento esperado en cortes al detalle de la canal (McKenna *et al.*, 2002; García *et al.*, 2008). Lo anterior indica que si se busca calidad en los animales, estos se deben sacrificar a mayor peso y

si se quiere cantidad se deben sacrificar a menor peso dada la correlación negativa que se presenta entre GC y GR (USDA, 1997; Park *et al.*, 2002).

En la Figura 4.1, se presentan los porcentajes de canales con diferentes grados calidad. Las canales de los novillos cruza *Bos taurus* x *Bos taurus* obtuvieron de 23.6 a 32.3 % mas canales con GC Choice o mayor que los novillos cruza de *Bos taurus* x *Bos indicus*. Se observa además que al incrementar el porcentaje de *Bos indicus* los grados de calidad Standard aumentan de 9 a 36.3 %. Esto indica que en GC fueron mejor los *Bos taurus* x *Bos taurus* y de menor calidad en los *Bos taurus* x *Bos indicus* ( $\geq 50$  % Bi).

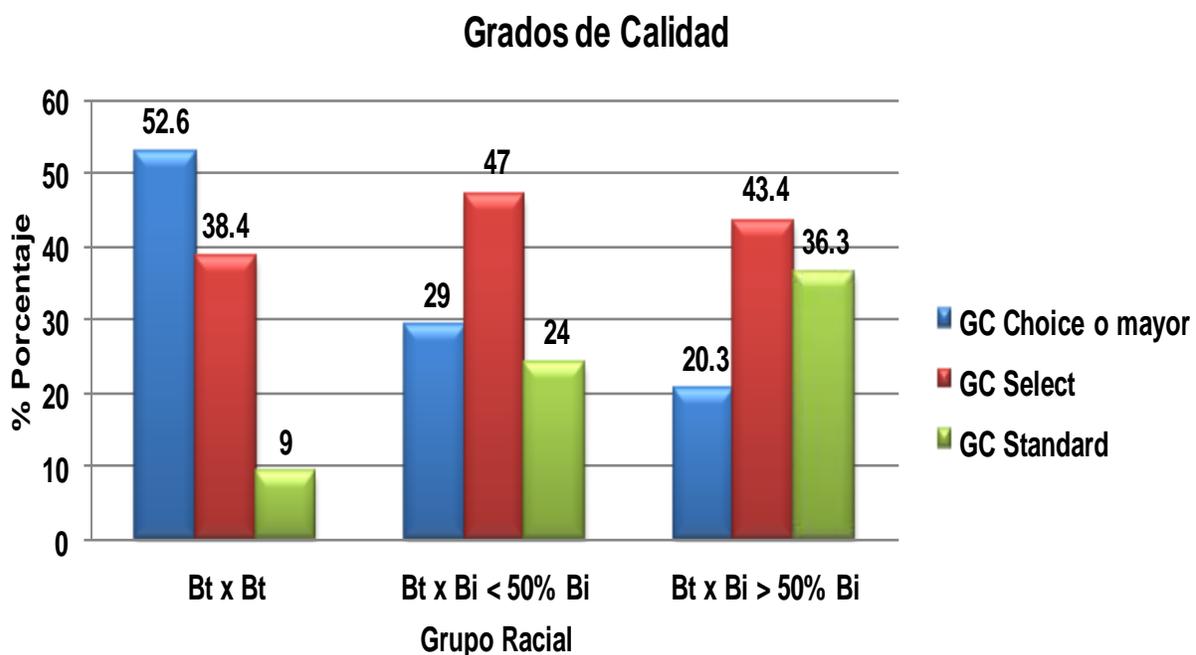


Figura 4.1. Porcentaje de canales con diferentes grados de calidad de novillos de distinto grupo racial.

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

Al analizar los efectos del grupo racial sobre los grados de rendimiento en cortes de la canal, se encontró un efecto significativo ( $P \leq 0.05$ ). Los animales del grupo racial *Bos taurus* x *Bos taurus* obtuvieron mayor valor numérico de grado de rendimiento en cortes de la canal y por lo tanto menor rendimiento en cortes de la canal. Lo anterior indica que son mejores los animales cruzados de *Bos taurus* x *Bos indicus* (Cuadro 4.2). Estos resultados no coinciden con lo reportado por McKenna *et al.* (2002) y García *et al.* (2008) al encontrar que no hay diferencia en GR tanto para *Bos taurus* como para *Bos indicus*.

En la Figura 4.2, se muestra que más del 90 % de las canales de los novillos de diferentes grupos raciales tuvieron valores numéricos de grado de rendimiento en cortes de 1 y 2. Los mayores porcentajes de canales con GR 1 fueron para los novillos *Bos taurus* x *Bos indicus* (< 50 % *Bi*). Los novillos cruza de *Bos taurus* x *Bos taurus* obtuvieron el mayor porcentaje de canales con GR 3 o mayor, lo que indica un menor rendimiento en cortes de la canal que los novillos cruza de *Bos taurus* x *Bos indicus*.

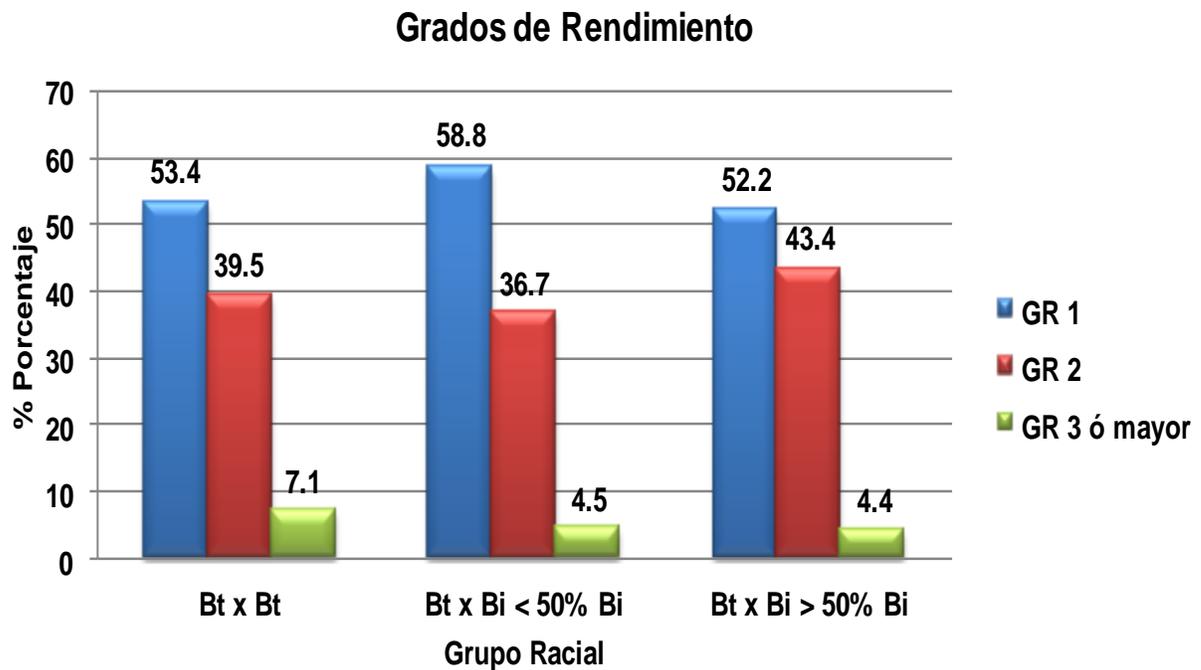


Figura 4.2. Porcentaje de canales con diferente grado de rendimiento en cortes de la canal de novillos de diferente grupo racial.

Es importante notar, que en GC, los novillos cruza de *Bos taurus* x *Bos taurus* son superiores a los cruzados con *Bos indicus*. Sin embargo, en GR los novillos de la cruza *Bos taurus* x *Bos indicus* (< 50 % Bi), tienen un mejor rendimiento en cortes que las demás cruzas analizadas.

Los valores promedio estimados por mínimos cuadrados y EE promedios para los factores relacionados con los GC y GR de la canal de novillos de diferente grupo racial, se muestran en el Cuadro 4.3.

Cuadro 4.3. Promedios estimados por mínimos cuadrados y errores estándar (EE) de los factores que determinan los grados de calidad y rendimiento en cortes de la canal de novillos de diferente grupo racial.

Característica	Grupo racial			EE
	<i>Bt x Bt</i>	<i>Bt x Bi</i> ( <i>&lt; 50 % Bi</i> )	<i>Bt x Bi</i> ( <i>≥ 50 % Bi</i> )	
Numero de observaciones	266	221	113	
Grado de marmoleo USDA*	425.43 <sup>a</sup>	359.26 <sup>b</sup>	340.53 <sup>b</sup>	7.08
Grasa subcutánea aj. (cm)	0.79 <sup>a</sup>	0.63 <sup>b</sup>	0.59 <sup>b</sup>	0.03
Grasa de RPC (%)	2.30 <sup>a</sup>	2.01 <sup>b</sup>	1.91 <sup>b</sup>	0.05
PCC (kg)	322.54 <sup>a</sup>	301.32 <sup>b</sup>	287.44 <sup>c</sup>	3.53
AML (cm <sup>2</sup> )	88.52 <sup>a</sup>	83.78 <sup>b</sup>	79.52 <sup>c</sup>	0.86
AML (cm <sup>2</sup> ) / 100 kg PCC	27.68 <sup>a</sup>	28.10 <sup>a</sup>	27.97 <sup>a</sup>	0.25

*Bt* = *Bos taurus*, *Bi* = *Bos indicus*.

USDA = Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (1997).

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

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

Abc = Literales distintas en las misma hilera difieren ( $P \leq 0.05$ )

Se encontró el efecto significativo ( $P \leq 0.05$ ) del grupo racial para todas las características de la canal analizadas excepto AML (cm<sup>2</sup>) / 100 kg PCC. Los animales del grupo racial *Bos taurus x Bos taurus* obtuvieron valores mayores ( $P \leq 0.05$ ) de GM, EGS, porcentaje de grasa en RPC, PCC y AML que los animales cruzados de *Bos taurus x Bos indicus*. El GM fue pequeño <sup>bajo</sup> (425) para los novillos de cruce de *Bos taurus x Bos taurus*. Las canales de los novillos cruce de *Bos taurus x Bos indicus* (*< 50 % Bi*) obtuvieron mayor PCC y AML ( $P \leq 0.05$ ), que los novillos de cruce de *Bos taurus x Bos indicus* (*≥ 50 % Bi*).

Los resultados obtenidos en el presente estudio concuerdan con varios autores Crouse *et al.* (1989), McKenna *et al.* (2002) y García *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* x *Bos taurus*) poseían mayor EGS que los novillos cruza de *Bos indicus*.

## 5. CONCLUSIONES

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

Las canales de novillos cruza de *Bos taurus* x *Bos taurus* fueron de mejor calidad pero menor rendimiento en cortes que las canales de los novillos *Bos taurus* x *Bos indicus*.

Las canales de novillos cruza de *Bos taurus* x *Bos taurus* tuvieron mayor grado de marmoleo, espesor de grasa subcutánea, grasa en riñón, pelvis y corazón, peso de la canal caliente y área del musculo *Longissimus dorsi*, que las canales de novillos cruza de *Bos indicus*.

## 6. RESUMEN

Con el propósito de probar que el grupo racial tiene efecto sobre las características de la canal, se utilizó información de 600 canales de novillos menores de 24 meses de edad al sacrificio, colectada de 2000 al 2012. Los animales fueron alimentados 134 días en promedio. Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglos factorial de tratamientos 13 X 3 (años X grupo racial) con diferente número de unidades experimentales. Se encontró efecto significativo ( $P \leq 0.05$ ) de grupo racial sobre grados de calidad (GC), grados de marmoleo (GM), grados 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). No se encontró diferencia ( $P \geq 0.05$ ) para  $AML \text{ cm}^2 / 100 \text{ kg de PCC}$  en los novillos de las diferentes cruzas. Los GC, GM, EGS, PCC y AML fueron mayores en las canales de novillos cruce de *Bos taurus* x *Bos taurus* que los novillos cruce de *Bos taurus* x *Bos indicus*. Se concluyó que los novillos de cruce *Bos taurus* x *Bos taurus* producen canales de mayor calidad pero menor rendimiento en cortes y los *Bos taurus* x *Bos indicus* (< 50 % *Bi*) obtuvieron un mayor grado de rendimiento en cortes que las demás cruzas.

**Palabras clave:** Grados de calidad, grados de rendimiento, novillos, grupo racial.

## 7. LITERATURA CITADA

- BIF. 2002. Guidelines for uniform beef improvement programs. 8<sup>th</sup> ed. Beef Improvement Federation. Athens, Ga. 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. 76:96-03.
- Cerino, L.G. 2010. Factores relacionados con los grados de calidad y rendimiento de la canal de novillos engordados en corral (tesis posgrado). Saltillo, Coah, Mex. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Chambaz, A., M.R.L. Scheerder, M. Kreuzer, P. A. Dufey. 2003. Meat quality of Angus, Simmental, Charolais and Limousin steers compared at the same intramuscular fat content. Journal of Meat Science. 63:491-500.
- Crouse, J.D., L.V. Cundiff, R.M. Koch, M. Koochmaraie 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.
- 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.
- Hale, D.S., K. Goodson, and J.W. Savel. 2010. Beef quality and yield grades. Departamen of Animal Science. Texas Agricultural Extension Service. Texas A&M University, college station TX. Disponible en: [http://meat.tamu.edu/beef\\_grading.html](http://meat.tamu.edu/beef_grading.html). Consultado: septiembre 15 de 2011.

- Hedrick, H.B., E.D. Aberle, J.C. Forrest, M.D. Judge y R.A. Merkel. 1994. Principles of Meat Science. Third Ed. Kendall/Hunt Publishing Company. Dubuque, Iowa. Pp. 1-7.
- 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 and point on feedlot performance and carcass characteristics. J. Anim. Sci. 68:2243-2252.
- 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.
- Lawrence, T.E., R.L. Farrow, B.L. Zollinger, and K.S. Spivey. 2008. The technical note: The United States Department of Agriculture beef yield grade equation requires modification to reflect the current *Longissimus* muscle area to hot carcass weight relationship. J. Anim. Sci. 86:1434-1438.
- 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.
- Mendez, 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 Mexican. J. Anim. Sci. 87:3782-3790.
- Murphey, C.E., D.K. Halleh, W.E. Tyler y J.C. Pierce. 1960. Estimating yield of retail cuts from beef carcass J. Anim. Sci. 19:1240 (abstr.).
- 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, indo brazil, Nellore and red Brahman sired f1 calves. J. anim. Sci. 73:373-380.
- Tatum, J.D., G.D. Smith, y K.E. Belk. 2000. New approaches for improving tenderness, quality, and consistency of beef. Proc. Am. Soc. Anim. Sci. 10 p.
- Torrescano U., G.R., A. Sánchez E., M.G. Vásquez P., R. Paz P., y D.A. Pardo G. 2010. Caracterización de canales y de carne de bovino de animales engordados en la zona centro de Sonora. Rev. Mex. Cienc. Pecu. 1:157-168.
- USDA. 1997. Official United States Standards for grades of Carcass Beef. Agric. Marketing Serv., Livest. Seed Div., Washington, D.C.