

Características del Animal Vivo Relacionadas con los Grados de Calidad y Rendimiento de la Canal de Novillos Engordados en Corral



Characteristics of the Live Animal Related to the Grades of Quality and Yield of the Carcass of Feedlot Steer

Guadalupe Cerino-Limón^{1*}, Roberto García-Elizondo², Ramiro López-Trujillo³, Jesús M. Fuentes-Rodríguez² y Fernando Ruiz-Zarate²

¹Maestría en Ciencias en Zootecnia, ²Departamento de Producción Animal, ³Departamento de Nutrición y Alimentos. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro, 1923. Colonia Buenavista, 25315, Saltillo, Coah., México. Correo-e: gcerino84@hotmail.com (*Autor responsable).

RESUMEN

La calidad de la canal en la producción de carne de res está determinada por las condiciones de manejo y las características del animal vivo. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de las características del animal vivo sobre algunas características de la canal de novillos jóvenes de las cruza *Bos taurus* x *Bos taurus* y *Bos taurus* x *Bos indicus*. Se relacionaron las características: peso al sacrificio, altura a la cadera, ganancias diarias de peso y grupo racial de los animales vivos con las variables: grados de calidad y grados de rendimiento (grasa subcutánea, grasa en riñón pelvis y corazón, peso de la canal caliente, músculo *longissimus dorsi*). Se utilizó información colectada de 1991 a 2009 de novillos jóvenes y sus canales. Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial, en donde el año se combinó de manera independiente con las características del animal vivo. Se encontró un aumento ($p=0.05$) en las variables de calidad y rendimiento de la canal causado por un aumento en el peso al sacrificio, ganancia diaria de peso y la altura a la cadera, pero el área del músculo *longissimus dorsi* por cada 100 kg de peso de la canal caliente. Todas las variables de calidad de la canal fueron mayores para los novillos de la cruce de *Bos taurus* x *Bos taurus* que los de *Bos taurus* x *Bos indicus*. No se encontró diferencia ($p>0.05$) para el grado de rendimiento en los novillos de las diferentes cruza. Se concluye que novillos sacrificados con mayor peso, mayor altura a la cadera, que ganaron más peso durante la engorda y de cruza *Bos taurus* x *Bos taurus* producen las canales de mayor calidad y menor rendimiento en cortes.

Palabras clave: *Bos taurus*, *Bos indicus*, características de la canal, grados de calidad, grados de rendimiento, novillos.

ABSTRACT

The carcass quality in beef production is determined by management conditions and characteristics of the live animal. The aim of this study was to evaluate the effect of the some characteristics of live animal on the carcass of young steer's crosses *Bos taurus* x *Bos taurus* and *Bos taurus* x *Bos indicus* ones. A comparison of characteristics: slaughter weight, hip height, daily weight gain and breed on live animals with the variables: quality and yield grades (subcutaneous fat, kidney, pelvic and heart fat, hot carcass weight, *longissimus dorsi* muscle). Data collected from 1991 to 2009 of young steers and their carcasses was used. A completely randomized design with factorial arrangement, where the year was combined separately with the characteristics of the live animal was used. It was found an increase ($p=0.05$) in variables of quality and carcass yield, caused by an increase in slaughter weight, daily gain weight and height at the hip, but the *longissimus dorsi* muscle area per 100 kg of hot carcass weight was decreased. All the variables of carcass quality were higher for steers from crossing *Bos taurus* x *Bos taurus* than *Bos taurus* x *Bos indicus* one. There was no difference ($p>0.05$) for the degree of efficiency in steers of different crosses. It is concluded that slaughtered steers with more weight, greater height at the hip, that gained more weight during the fattening and crosses *Bos taurus* x *Bos taurus* produce higher quality of carcass and lower cut yield.

Key words: *Bos taurus*, *Bos indicus*, carcass characteristics, quality grade, yield grade, steers.

Recibido: Junio, 2010.

Aceptado: Mayo, 2012.

INTRODUCCIÓN

La producción de carne de bovino en México ha mostrado un crecimiento del 18 % en los últimos 15 años, al pasar de 1.41 a 1.66 millones de toneladas en el periodo de 1995 a 2008; mientras que su consumo prácticamente no creció (0.9 %) durante los años 2000 a 2007, manteniendo un consumo per cápita de aproximadamente 20 kg (García, 2010).

La cadena productiva de carne de bovino en México, no se encuentra suficientemente integrada al mercado, sin embargo, debe procurar la comercialización en todos los segmentos y nichos del mercado nacional y aprovechar las oportunidades de exportación a mercados conocidos como EUA, Japón y Corea, mercados no conocidos como China y otros países asiáticos y de Europa como Rusia.

En México existe una gran variabilidad regional en los procedimientos de producción, razas, técnicas de manejo, reproducción y alimentación del ganado, entre otros factores y se carece de una adecuada integración: ganadero, engordador e industria. Se ha determinado que junto con el criador, el engordador promueva un sistema de clasificación de calidad del becerro en pie, así como un sistema de clasificación de calidad y grado de rendimiento de la carne de res en canal. 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. Incluye dos aspectos importantes: calidad de la canal y rendimiento en cortes. Estos dos factores y el peso de la canal determinan su valor económico (BIF, 1990).

La calidad de la canal está determinada por las condiciones de manejo y las características del animal vivo. Existen reportes que relacionan el peso al sacrificio (PS) y características de la canal. Park *et al.* (2002) y Kirkland *et al.* (2006) mencionan que características como el grado de calidad, grado de marmoleo, grado de rendimiento, grasa subcu-

tánea, peso en la canal y área del músculo *longissimus dorsi*, mejoraron con mayor peso al sacrificio.

Las ganancias diarias de peso durante la engorda también influyen en las características de la canal, Hicks *et al.* (1990), Murphy y Loerch (1994) y Castro *et al.* (2007) mencionan que el grado de calidad, la grasa subcutánea, el peso de la canal caliente y el porcentaje de canales grado preferido (choice) fueron más altos para los novillos con mayor ganancia diaria de peso. Por otra parte, al estudiar el efecto de la talla sobre las características de la canal, reportan que los novillos de talla grande tienen canales más pesadas, menor grado de marmoleo y calidad que novillos de talla mediana y chica (Dolezal *et al.*, 1993; Camfield *et al.*, 1994; Camfield *et al.*, 1997; Camfield *et al.*, 1999).

La raza de los animales también tiene efecto en las características de la canal. Lorenzen *et al.* (1993), Boleman *et al.* (1998), McKena *et al.* (2002) y García *et al.* (2008) compararon las características de la canal de bovinos y encontraron que las canales de animales *Bos taurus* y sus cruza tuvieron mayor grado de marmoleo, grado de calidad, espesor de grasa subcutánea, porcentaje de grasa en riñón pelvis y corazón, peso de la canal caliente, área del músculo *longissimus dorsi* y menor valor numérico de grado de rendimiento que los *Bos indicus*.

Las características que determinan la calidad de la canal de res, impactan los márgenes de comercialización y transmisión de precios de la carne, por lo que su evaluación es relevante para productores, empacadoras y consumidores. Así, las canales con mejores estándares de calidad y rendimiento son las más valiosas (Méndez *et al.*, 2009).

Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del peso al sacrificio, altura a la cadera, ganancias diarias de peso y grupo racial sobre los grados de calidad (marmoleo) y rendimiento (grasa subcutánea, grasa en riñón pelvis y

corazón, peso de la canal caliente, musculo *longissimus dorsi* de novillos jóvenes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para realizar el estudio se utilizó información generada durante 19 años (1991-2009) en el rastro de la Asociación Ganadera Local de Sabinas, Coah., en el Noreste de México. Se analizaron datos de 1240 novillos jóvenes sacrificados, de los grupos raciales (*Bos taurus* x *Bos taurus* y *Bos taurus* x *Bos indicus*). Los novillos se alimentaron durante 134 d, en promedio y presentaron un peso al sacrificio de 496 kg. En todos los años se determinó el peso de la canal caliente, y previa refrigeración a 2-4 °C durante 24 h, se evaluó media canal, utilizando el sistema de clasificación de canales del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). Las determinaciones fueron realizadas por las mismas personas.

La grasa subcutánea se midió con un vernier, perpendicularmente a la superficie exterior en la doceava costilla, en un punto que corresponde a los tres cuartos de la columna vertebral de la longitud del músculo *longissimus dorsi*. El área de este musculo se determinó con una plantilla cuadrada dividida en decimas de pulgada cuadrada. El porcentaje de grasa en riñón pelvis y corazón, con relación al peso de la canal se estimó subjetivamente. 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 grado de marmoleo se estimó subjetivamente observando la cantidad de grasa intramuscular depositada en la superficie del músculo *longissimus dorsi* (ribeye) y fueron comparadas con las fotografías establecidas por USDA (1997). El grado de calidad se determinó mediante la evaluación del grado de marmoleo (USDA, 1997). Para la determinación del grado de rendimiento se usó la siguiente ecuación:

$$GR=2.50+(2.5 \times GS) + (0.20 \times \% \text{ de GRPC}) + (0.0038 \times PCC) - (0.32 \times AML)$$

En donde GR = grado de rendimiento; GS = grasa subcutánea -en pulgadas-; GRPC = grasa en riñón pelvis y corazón; PCC = peso de la canal caliente -en libras-; AML = área del músculo *longissimus dorsi* - en pulgadas cuadradas - (USDA, 1997).

Las características del animal vivo se agruparon en cuatro categorías para analizar su efecto sobre las características de la canal de la siguiente manera: peso al sacrificio (<420, 420-499, 500-579, >579 kg); ganancia diaria de peso durante la engorda (<1.20, 1.20-1.45, 1.46-1.70, >1.70); altura a la cadera al sacrificio (<1.27, 1.27-1.34, 1.35-1.42, >1.42) y grupo racial (*Bos taurus* x *Bos taurus* y *Bos taurus* x *Bos indicus*).

El efecto de las características del animal (peso al sacrificio, ganancia diaria de peso, altura a la cadera y grupo racial) sobre las características de la canal (grado de marmoleo, grado de calidad, grado de rendimiento, grasa subcutánea, grasa en riñón pelvis y corazón y área del músculo *longissimus dorsi*) se evaluaron por separado. Se calcularon los porcentajes de canales con diferente grado de calidad y grado de rendimiento para cada categoría de peso al sacrificio, ganancia diaria de peso, altura a la cadera al sacrificio y grupo racial.

Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 19x4x4x4x2, con las variables año, peso al sacrificio, ganancia diaria de peso, altura a la cadera al sacrificio y grupo racial, respectivamente. El número de unidades experimentales fue diferente para cada caso. Los datos se analizaron con el paquete estadístico SAS (SAS Institute, 1989).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontró un efecto significativo ($p \leq 0.05$) del año de engorda sobre casi todas las variables analizadas, excepto para el peso de la canal caliente, al analizar por separado los efectos del año de engorda,

las características del animal y sus interacciones sobre las características USDA de la canal.

Peso al sacrificio y características de la canal

El peso al sacrificio afectó ($p \leq 0.05$) todas las características de la canal analizadas. Al incrementar el peso al sacrificio de los novillos, el grado

de marmoleo, grado de calidad, grado de rendimiento, grasa subcutánea, grasa en riñón pelvis y corazón, peso de la canal caliente y área del músculo *longissimus dorsi* aumentan. El grado de marmoleo varió de ligero-bajo a pequeño-promedio, el grado de calidad de *select*-bajo a *choice*-bajo para los novillos con peso al sacrificio menor de 420 kg y mayor de 579 kg, respectivamente (Cuadro 1).

Cuadro 1. 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)	
GM USDA+	330.00 a	373.00 b	416.00 c	446.00 d	4.90
GC USDA++	636.00 a	667.00 b	694.00 c	710.00 d	3.10
Grado de Rendimiento USDA	1.80 a	1.90 a	2.20 b	2.40 c	0.04
Grasa subcutánea (cm)	0.47 a	0.63 b	0.76 c	0.89 d	0.02
Grasa en RPC (%)	1.60 a	2.00 b	2.20 c	2.50 d	0.03
PCC (kg)	232.00 a	278.00 b	323.00 c	376.00 d	1.11
AML (cm ²)	69.00 a	78.90 b	85.50 c	93.70 d	0.59
AML (cm ²) /100 kg PCC	29.80 a	28.40 b	26.50 c	24.90 d	0.18

GM: Grado de Marmoleo USDA: +100 = prácticamente nulo; 200 = trazas; 300 = ligero; 400 = pequeño; 500 = modesto; 600 = moderado; 700 = ligeramente abundante; **GC:** Grado de Calidad USDA: ++500 = promedio (standard)^{°°}; 600 = selecto (select)^{°°}; 700 = preferido (choice)^{°°}; 800 = óptima (prime)^{°°}. **RPC:** Riñón, pelvis y corazón; **PCC:** Peso de la canal caliente; **AML:** Área del músculo *longissimus dorsi*. Literales distintas en la misma hilera difieren ($p < 0.05$). Promedios estimados por mínimos cuadrados y error estándar (**EE**) promedio.

Los resultados obtenidos concuerdan con lo que reportan Park *et al.* (2002) y Kirkland *et al.* (2006), quienes encontraron que el grado de marmoleo y el grado de calidad mejoraron

cuando los animales tenían mayor peso al sacrificio.

En la Figura 1, se observa que al aumentar el peso al sacrificio, el porcentaje de canales con

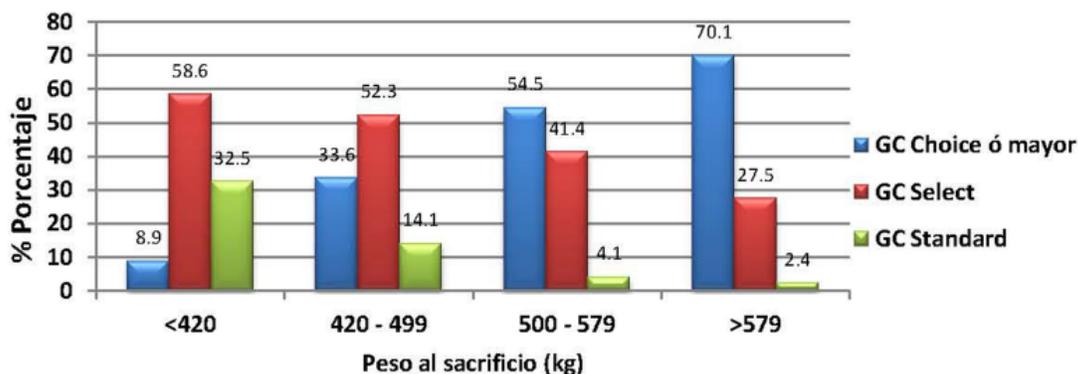


Figura 1. Porcentaje de canales con diferente grado de calidad de novillos sacrificados a diferente peso.

grado de calidad preferido (*choice*) o mayor, aumentó de 8.9 hasta 70.1 % y disminuyó el porcentaje de novillos con grado de calidad selecto (*select*) (58.6 a 27.5 %) y grado de calidad promedio (*standard*) (32.5 a 2.4 %), respectivamente.

El grado de rendimiento fue más alto para los novillos con mayor peso al sacrificio (Cuadro 1). Lo anterior, indica que a mayor peso al sacrificio, se obtiene menor rendimiento en cortes primarios de la canal: deshuesados parcialmente y recortados de grasa (USDA, 1997).

En la Figura 2, se observa que cuando el peso al sacrificio es menor, el porcentaje de canales con grado de rendimiento 1 es mayor y que a mayor peso al sacrificio el porcentaje de canales con grado de rendimiento 3 ó mayor se incrementa.

La grasa subcutánea, el porcentaje de grasa en riñón pelvis y corazón, el peso de la canal caliente

y el área del músculo *longissimus dorsi* también incrementaron al aumentar el peso al sacrificio ($p \leq 0.05$). Sin embargo, al ajustar el área del músculo *longissimus dorsi* por peso de la canal, se encontró que a mayor peso al sacrificio, el área del músculo *longissimus dorsi* cm² por cada 100 kg de peso de la canal caliente disminuyó (Cuadro 1), lo que indica que los animales con menor peso poseen una mayor musculatura con relación al peso, lo cual se refleja en un mayor rendimiento en cortes primarios de la canal (USDA, 1997). Estos resultados coinciden con lo reportado por Park *et al.* (2002) y Kirkland *et al.* (2006) quienes mencionan que al aumentar el peso al sacrificio, se incrementan la grasa subcutánea, el contenido de grasa en riñón, pelvis y corazón, el peso de la canal caliente, el área del músculo *longissimus dorsi* y el rendimiento en cortes se reduce.

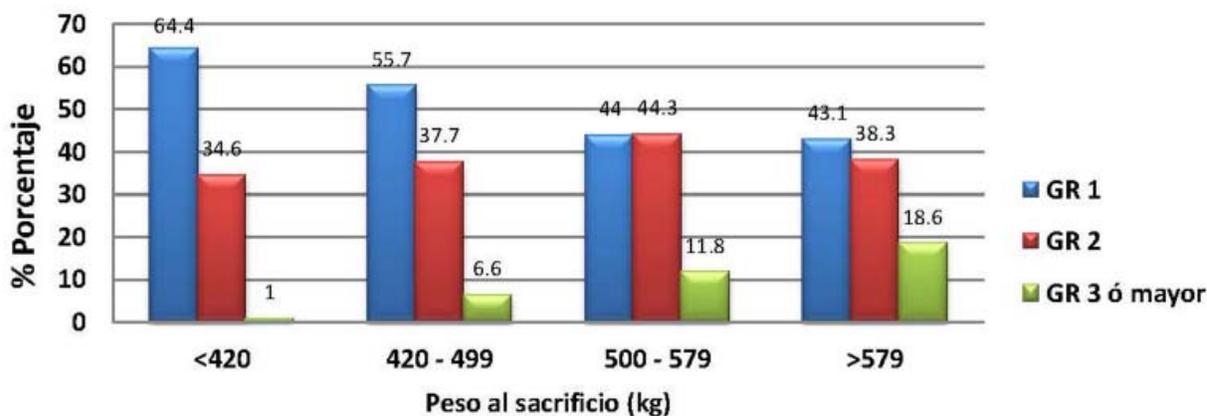


Figura 2. Porcentaje de canales con diferente grado de rendimiento en cortes de novillos sacrificados a diferente peso.

Ganancia diaria de peso y características de la canal

Al incrementar la ganancia diaria de peso el grado de marmoleo, grado de calidad, grado de rendimiento, grasa subcutánea, grasa en riñón pelvis y corazón, peso de la canal caliente y área del músculo *longissimus dorsi* incrementan ($p \leq 0.05$).

Los novillos que obtuvieron mayor ganancia diaria de peso tenían mayores grados de marmoleo y de calidad ($p \leq 0.05$). Existe una variación de grado de marmoleo ligero-promedio y grado de calidad selecto-promedio con ganancia diaria de peso de 1.20 kg, a grado de marmoleo pequeño-bajo y grado de calidad selecto-alto con ganancia diaria de peso mayor de 1.70 kg (Cuadro 2).

Cuadro 2. 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)	
GM USDA+	358.00 a	385.00 b	399.00 c	411.00 c	5.40
GC USDA++	655.00 a	673.00 b	682.00 c	691.00 c	3.39
Grado de Rendimiento USDA	1.90 a	2.00 abc	2.10 bc	2.10 c	0.04
Grasa subcutánea (cm)	0.56 a	0.65 b	0.72 c	0.78 c	0.02
Grasa en RPC (%)	1.80 a	2.00 b	2.10 c	2.20 c	0.04
PCC (kg)	272.00 a	292.00 b	308.00 c	321.00 d	2.82
AML (cm ²)	77.20 a	80.20 b	82.90 c	86.60 d	0.74
AML (cm ²)/100 kg PCC	28.60 a	27.70 bd	27.10 c	27.10 cd	0.21

GM: Grado de Marmoleo USDA:+100 = prácticamente nulo, 200 = trazas, 300 = ligero, 400 = pequeño, 500 = modesto, 600 = moderado, 700 = ligeramente abundante. **GC:** Grado de Calidad USDA: ++500 = promedio (*standard*)°, 600 = selecto (*select*)°, 700= preferido (*choice*)°, 800= óptima (*prime*)°. **RPC=** riñón, pelvis y corazón, **PCC=** peso de la canal caliente, **AML=** área del músculo *longissimus dorsi*. Literales distintas en la misma hilera difieren ($p<0.05$). Promedios estimados por mínimos cuadrados y error estándar (**EE**) promedio.

Estos resultados concuerdan con lo reportado por (Hicks *et al.*, 1990; Murphy y Loerch, 1994; Castro *et al.*, 2007). Los porcentajes de canales con grado de calidad preferido o mayor incrementan de 25 a 52 % al aumentar la ganancia diaria de peso

(Figura 3). Por otra parte, los porcentajes de canales con grado de calidad selecto y promedio disminuyen de 52.6 a 43.2 % al aumentar las ganancias diarias de peso para las canales selecto y de 22 a 4.8 % para las canales con grado de calidad promedio.

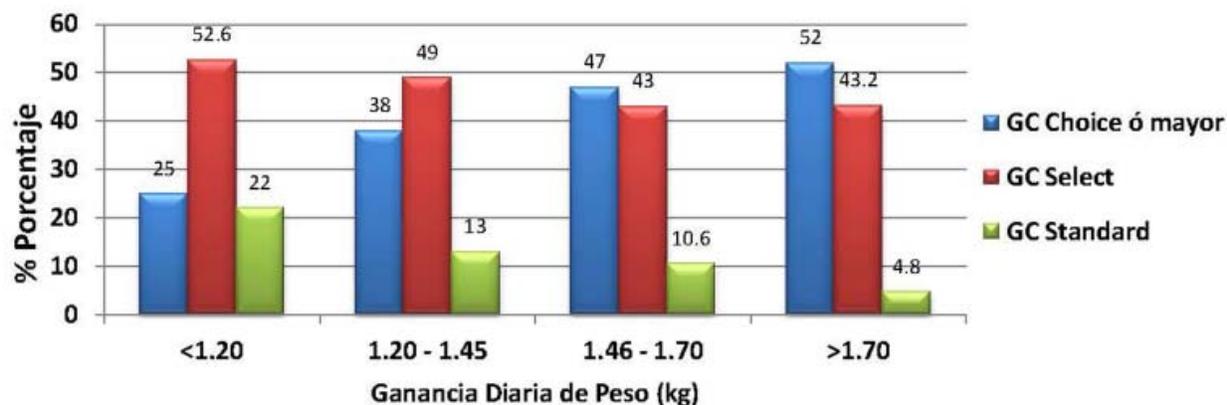


Figura 3. Porcentaje de canales con diferente grado de calidad de novillos con diferente ganancia diaria de peso.

A mayor ganancia diaria de peso aumenta el grado de rendimiento ($p \leq 0.05$), lo anterior indica que en las canales de novillos con mayor ganancia

diaria de peso se obtienen menores porcentajes de rendimiento en cortes que en los novillos con menor ganancia diaria de peso (Cuadro 2).

El porcentaje de canales con grado de rendimiento 1 mostró una tendencia a disminuir cuando los novillos tuvieron mayor ganancia diaria de peso (Figura 4).

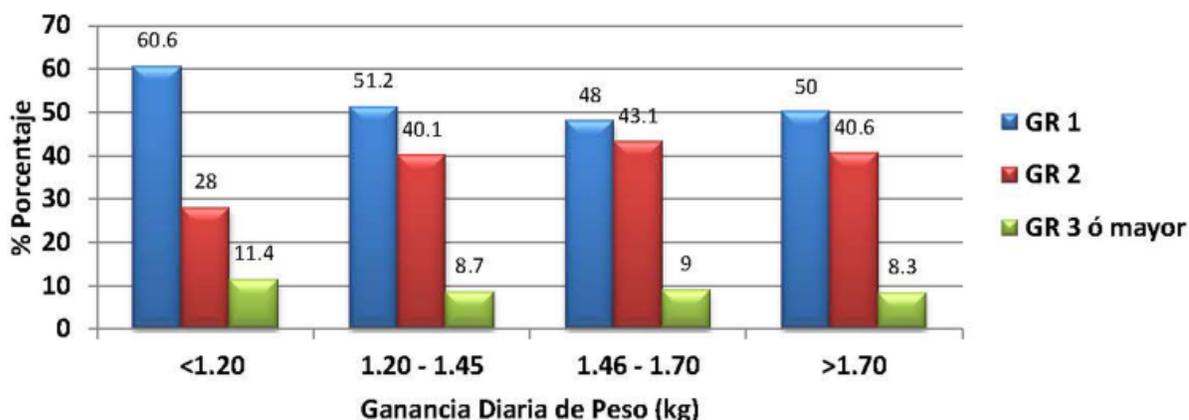


Figura 4. Porcentaje de canales con diferente grado de rendimiento en cortes de novillos con diferente ganancia diaria de peso.

En el Cuadro 2 se puede observar que cuando aumenta la ganancia diaria de peso, también se incrementan ($p \leq 0.05$) la grasa subcutánea, grasa en riñón pelvis y corazón, peso de la canal caliente y área del músculo *longissimus dorsi*. Resultados similares han sido reportados por Waggoner *et al.* (2007).

Altura a la cadera al sacrificio y características de la canal

La altura a la cadera al sacrificio tuvo un efecto significativo ($p \leq 0.05$) sobre todas las características de la canal evaluadas. Se observó que a

mayor altura a la cadera al sacrificio de los novillos, las características: grado de marmoleo, grado de calidad, grado de rendimiento, grasa subcutánea, grasa en riñón pelvis y corazón, peso de la canal caliente y área del músculo *longissimus dorsi* también fueron mayores ($p=0.05$). Las canales de novillos con menor altura a la cadera al sacrificio tuvieron un grado de marmoleo ligero-promedio y grado de calidad selecto-promedio. Los novillos con altura a la cadera al sacrificio mayor de 1.42 m tuvieron un grado de marmoleo pequeño-bajo y un grado de calidad preferido-bajo (Cuadro 3).

Cuadro 3. 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)	
GM USDA+	352.00 a	381.00 b	403.00 c	432.00 d	4.83
GC USDA++	652.00 a	671.00 b	685.00 c	700.00 d	3.06
Grado de Rendimiento USDA	1.90 a	1.90 a	2.10 b	2.30 c	0.03
Grasa subcutánea aj. (cm)	0.55 a	0.66 b	0.72 c	0.81d	0.02
Grasa en RPC (%)	1.80 a	2.00 b	2.20 c	2.30 d	0.03
PCC (kg)	246.00 a	283.00 b	320.00 c	359.00 d	1.82
AML (cm ²)	72.60 a	79.70 b	85.60 c	89.90 d	0.62
AML (cm ²)/100 kg PCC	29.60 a	28.30 b	26.80 c	25.10 d	0.17

GM: Grado de Marmoleo USDA: +100 = prácticamente nulo, 200 = trazas, 300 = ligero, 400 = pequeño, 500 = modesto, 600 = moderado, 700 = ligeramente abundante. **GC:** Grado de Calidad USDA: ++500 = promedio (*standard*)°, 600 = selecto (*select*)°, 700= preferido (*choice*)°, 800= óptima (*prime*)°. **RPC=** riñón, pelvis y corazón, **PCC=** peso de la canal caliente, **AML=** área del músculo *longissimus dorsi*. Literales distintas en la misma hilera difieren ($P < 0.05$). Promedios estimados por mínimos cuadrados y error estándar (EE) promedio.

Estos resultados 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.

A mayor altura a la cadera al sacrificio aumenta el porcentaje de canales con grado de calidad preferido o mayor, y los porcentajes de canales con grado de calidad selecto y promedio disminuyen (Figura 5).

Los novillos con mayor altura a la cadera al sacrificio presentaron canales con mayor grado de rendimiento (Cuadro 3). Estos resultados demuestran que cuando los novillos tienen mayor altura a la cadera al sacrificio el rendimiento en cortes primarios de la canal deshuesados parcialmente y recortados de grasa son menores (USDA, 1997). Los resultados no concuerdan con resultados reportados por Camfield *et al.* (1999) quienes mencionan que las canales de novillos de tallas mediana y chica tienen el más alto valor numérico de grado de rendimiento.

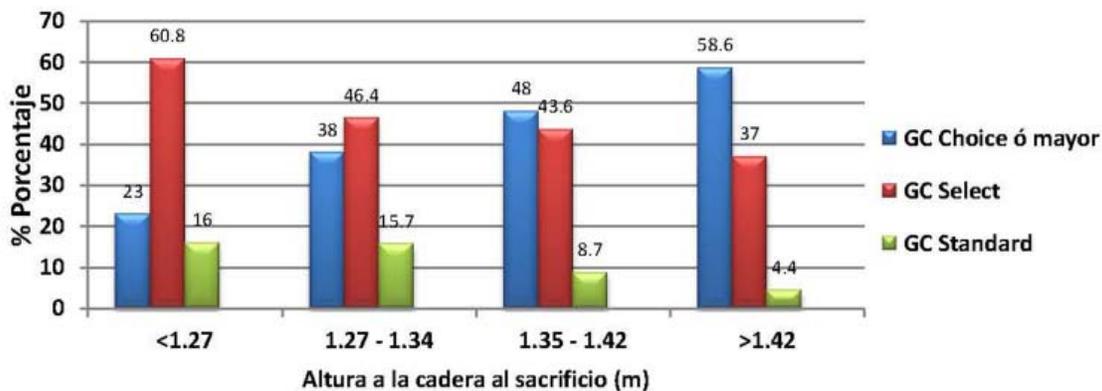


Figura 5. Porcentaje de canales con diferente grado de calidad de novillos sacrificados a diferente altura a la cadera.

El mayor porcentaje de canales con grado de rendimiento 1 se encontró en las canales de novillos sacrificados con altura a la cadera de 1.27 a 1.34 m. Sin embargo, el porcentaje de canales con grado de rendimiento 1 disminuyó de 55.8 a 37.6 %, cuando

aumentó la altura a la cadera (Figura 6). 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.

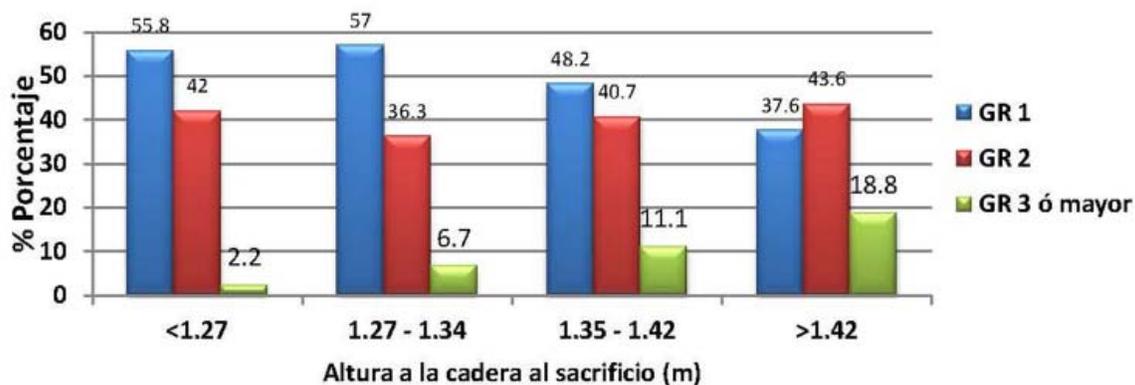


Figura 6. Porcentaje de canales con diferente grado de rendimiento en cortes de novillos sacrificados a diferente altura a la cadera.

Por otra parte, en el Cuadro 3 se observa que los novillos sacrificados con mayor altura a la cadera presentan canales con más grasa subcutánea, grasa en riñón, pelvis y corazón, peso de la canal caliente y área del músculo *longissimus dorsi* ($p \leq 0.05$). Al ajustar el área del músculo *longissimus dorsi* por peso de la canal caliente, el área del músculo *longissimus dorsi* en cm^2 por cada 100 kg de peso de la canal caliente, disminuyó con la mayor altura a la cadera de 29.6 a 25.1 cm^2 , lo que indica que los animales con menor altura a la cadera, poseen mayor musculatura con relación al peso de la canal caliente, menor grasa subcutánea y grasa en riñón, pelvis y corazón, lo cual se refleja en un mayor rendimiento en cortes primarios de la canal (USDA, 1997). Los resultados coinciden con algunos autores como Dolezal

et al. (1993), Camfield *et al.* (1994), Camfield *et al.* (1997) y Camfield *et al.* (1999) quienes mencionan que los novillos de talla grande tienen canales más pesadas que los novillos de talla mediana y chica.

Grupo racial y características de la canal

En el Cuadro 4, se muestra que las canales del ganado *Bos taurus* x *Bos taurus* tuvieron mejor grado de marmoleo, grado de calidad y mayor grasa en riñón, pelvis y corazón, peso de la canal caliente y área del músculo *longissimus dorsi* ($p \leq 0.05$). El grado de calidad se expresó mejor en los novillos *Bos taurus* x *Bos taurus* (grado de marmoleo pequeño-bajo y grado de calidad Select-alto).

Cuadro 4. Características de calidad y rendimiento en cortes de la canal de novillos de diferente grupo racial.

Característica	Grupo Racial		EE
	<i>Bos taurus</i> x <i>Bos taurus</i> (n=685)	<i>Bos taurus</i> x <i>Bos indicus</i> (n=555)	
GM USDA+	421.00 a	353.10 b	3.14
GC USDA++	697.00 a	652.30 b	1.96
Grado de Rendimiento USDA	2.00	2.00	0.02
Grasa subcutánea (cm)	0.76 a	0.59 b	0.01
Grasa en RPC (%)	2.20 a	1.80 b	0.02
PCC (kg)	311.00 a	287.40 b	1.82
AML (cm^2)	86.30 a	76.50 b	0.43
AML (cm^2)/100 kg PCC	28.10 a	26.90 b	0.13

GM: Grado de Marmoleo USDA: +100 = prácticamente nulo, 200 = trazas, 300 = ligero, 400 = pequeño, 500 = modesto, 600 = moderado, 700 = ligeramente abundante. **GC:** Grado de Calidad USDA: ++500 = promedio (*standard*)°, 600 = selecto (*select*)°, 700 = preferido (*choice*)°, 800 = óptima (*prime*)°. **RPC**= riñón, pelvis y corazón, **PCC**= peso de la canal caliente, **AML**= área del músculo *longissimus dorsi*. Literales distintas en la misma hilera difieren ($p < 0.05$). Promedios estimados por mínimos cuadrados y error estándar (**EE**) promedio.

Resultados similares reportan Lorenzen *et al.* (1993), Boleman *et al.* (1998), McKena *et al.* (2002), García *et al.* (2008). Lo anterior se puede explicar ya que las razas europeas tienen habilidad para depositar grasa.

Los novillos de la cruce de *Bos taurus* x *Bos taurus* obtuvieron 32 % más canales con grado de calidad preferido o mayor que los de la cruce de *Bos taurus* x *Bos indicus* y el porcentaje de canales selecto y promedio aumentó para la cruce de *Bos taurus* x *Bos indicus* (Figura 7).

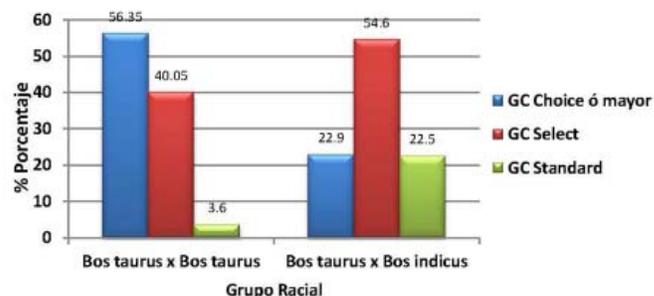


Figura 7. Porcentaje de canales con diferente grado de calidad de novillos de diferente grupo racial.

No se encontraron diferencias ($p>0.05$) para grado de rendimiento entre las canales de los diferentes tipos raciales de ganado (Cuadro 4). Estos resultados coinciden con lo reportado por McKenna *et al.* (2002) y García *et al.* (2008).

Las canales de novillos *Bos taurus* x *Bos taurus* obtuvieron los mayores porcentajes de grado de rendimiento 1 y por lo tanto, mayor rendimiento en cortes (Figura 8).

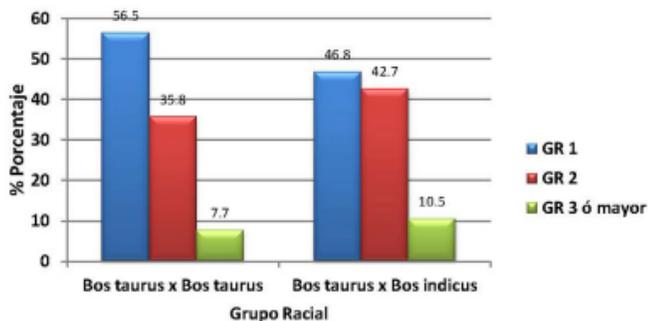


Figura 8. Porcentaje de canales con diferente grado de rendimiento en cortes de novillos de diferente grupo racial.

La grasa subcutánea, grasa en riñón, pelvis y corazón, peso de la canal caliente, área del músculo *longissimus dorsi* y área del músculo *longissimus dorsi* cm²/100 kg de peso de la canal caliente también aumentaron ($p < 0.05$) en canales de novillos *Bos taurus* x *Bos taurus* (Cuadro 4). Resultados similares han sido reportados por Lorenzen *et al.* (1993), Boleman *et al.* (1998), McKenna *et al.* (2002) y García *et al.* (2008), coinciden en que las canales de animales *Bos taurus* y sus cruza tuvieron mayor espesor de grasa subcutánea, porcentaje de grasa en riñón, pelvis y corazón, peso de la canal caliente y área del músculo *longissimus dorsi*.

CONCLUSIONES

Tanto para peso al sacrificio, ganancia diaria de peso, altura a la cadera al sacrificio y grupo racial, los novillos que obtuvieron mejor grado de calidad tuvieron mayor grado de rendimiento, lo cual in-

dica que a mayor calidad de la canal menor es el grado de rendimiento en cortes. Cuando se incrementa el peso al sacrificio, las ganancias diarias de peso y la altura a la cadera al sacrificio de novillos engordados en corral, se obtienen mejores grados de calidad y marmoleo, mayores grados de rendimiento, de grasa subcutánea, de grasa en riñón, pelvis y corazón, peso de la canal caliente y área del músculo *longissimus dorsi*, sin embargo, disminuye el área del músculo *longissimus dorsi* por cada 100 kg de peso de la canal caliente. Las canales de novillos cruce de *Bos taurus* x *Bos taurus* tuvieron mayor grado de calidad, grado de marmoleo, de grasa subcutánea, grasa en riñón, pelvis y corazón, peso de la canal caliente, área del músculo *longissimus dorsi*, y área del músculo *longissimus dorsi* por cada 100 kg de peso de la canal caliente que las canales de novillos cruce de *Bos taurus* x *Bos indicus*. No se encontró diferencia entre las canales de los novillos de las diferentes cruza para grado de rendimiento.

LITERATURA CITADA

- BIF.2002. Guidelines for uniform beef improvement programs. 8th Ed. Beef Improvement Federation. Athens, GA, USA.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, 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.
- 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.
- García H., M. 2010. Análisis de transmisión de precios del mercado de la res en México. Tesis de Maestría en Ciencias, Instituto de Socio-economía Estadística e Informática, Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Edo. Mex., México. 70 p.
- García, 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.
- 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.
- 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.
- 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. Robert, 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.
- 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.
- SAS. 1989. SAS/Stat. User's Guide (Release 6.12). SAS. Inst. Inc. Cary, NC, USA.
- USDA. 1997. Official United States standards for grades of carcass beef. USDA Agric. Marketing Serv. Washington DC, USA.
- 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.

