

RENDIMIENTO DE LA CANAL Y DE LOS COMPONENTES NO CÁRNICOS DE TORETES PARDO SUIZO x CEBÚ EN TRES SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN EN CLIMA CÁLIDO HÚMEDO

Yield of carcass and non-meat components of brown swiss x zebu bullocks in the three feeding systems in a humid tropical climate

J Hernández-Bautista, A Gómez-Vázquez ✉, FA Núñez-González, FG Ríos-Rincón, GD Mendoza-Martínez, JA García-Macías, Y Villegas-Aparicio, D Hernández-Sánchez, B M Joaquín-Torres

(JHB) Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. Avenida Universidad S/N Ex. Hacienda 5 Señores. C.P. 68120.Oaxaca, Oaxaca, México

(AGV) División Académica de Ciencias Agropecuarias. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
armando.gomez@daca.ujat.mx

(FANG, JAGM) Facultad de Zootecnia. Universidad Autónoma de Chihuahua

(FGRR) Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Sinaloa

(GDMM) Departamento de Producción Agrícola y Animal. Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco

(YVA) Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca. Nazareno Xoxocotlán Oaxaca

(DHS) Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo. Edo. De México

(BMJT) Departamento de Zootecnia. Universidad del Papaloapan, Oaxaca

Artículo recibido: 21 de mayo de 2008, **aceptado:** 1 de agosto de 2009

RESUMEN. Suizo Pardo x Cebú, y a pesar de su importancia económica poco se conoce sobre el rendimiento y las características de las canales obtenidas. El objetivo de estudio fue evaluar el rendimiento de la canal y de los componentes no cárnicos de toretes criados en tres sistemas de alimentación en clima cálido húmedo. Se utilizaron 31 toretes: 11 de pastoreo extensivo (PE), 10 de pastoreo + suplemento (PS) y 10 de engorda en corral (EC). Las variables de respuesta fueron peso vivo (PV), peso vacío del cuerpo (PVC), rendimiento de la canal (RC) y de los componentes consumibles y no consumibles, contenido del tracto gastrointestinal (CGI), espesor de grasa dorsal (EGD) y marmoleo. El PV fue similar entre los sistemas de crianza evaluados (419.4, 423.6, 414.4 kg en PE, PS y EC, respectivamente). Los toretes finalizados en EC presentaron mayor EGD (4.2 mm; $P < 0.05$), mayor porcentaje de PVC (90.9%; $P < 0.05$) y menor CGI (9.04%; $P < 0.05$). Las canales no mostraron marmoleo en los tres sistemas de alimentación ($P > 0.05$). Los animales de EC presentaron los mayores porcentajes de piel, patas y aparato respiratorio (9.5, 2.4 y 1.4%, respectivamente). Se concluye que el sistema de EC mejora el terminado de la canal e incrementa el espesor de la grasa de cobertura. El sistema de alimentación afectó el peso del contenido gastrointestinal y el rendimiento de la canal, pero no modificó el rendimiento de los componentes no cárnicos.

Palabras clave: Clima cálido, rendimiento de componentes, sistema de alimentación.

ABSTRACT. A high production of crossbreed Brown Swiss x Zebu bullocks exists in the damp tropical regions of Mexico, and in spite of its economic importance, there is little information on the characteristics and yield of the carcasses obtained. The purpose of this study was to evaluate the yield of the carcass and non meat components of the bullocks reared in three feeding systems in a damp tropical climate. Thirty one bovines were used: 11 under extensive grazing (PE), 10 under grazing + a complement (PS) and 10 in a dry feed-lot (EC). Measured variables were live weight (PV), empty body weight (PVC), carcass yield (RC), consumable and non consumable body components yield, gastrointestinal tract content (CGI), dorsal fat thickness (EGD) and marbling. PV was similar in all rearing systems (419.4, 423.6, 414.4 kg for PE, PS and EC, respectively). The bullocks reared in EC were younger ($P < 0.05$), had more EGD (4.2 mm; $P < 0.05$), a greater PVC (90.9%; $P < 0.05$) and a lower CGI (9.04%; $P < 0.05$). Carcasses did not present marbling ($P < 0.05$) in the three feeding systems ($P > 0.05$). The bullocks reared in EC presented the greatest percentages of skin, feet and respiratory tract (9.5, 2.4 and 1.4%, respectively). It can be concluded that producing bullocks in EC improves their carcass characteristics and increases the thickness of dorsal fat. The feeding

system affected the gastrointestinal tract weight and the carcass yield, but not the non meat components yield.

Key words: Tropical climate, yield of components, feeding system.

INTRODUCCIÓN

Con la finalidad de hacer rentable la ganadería bovina de doble propósito, el mejoramiento genético en las regiones con clima cálido de México se ha orientado a la obtención de cruza entre ganado productor de leche y ganado cebuino. Desde la década de los cincuenta se ha importado semen y vientres de las razas Pardo Suizo y Simmental, las cuales han logrado adaptarse a las condiciones ambientales cálidas, destacando que la cruza Pardo Suizo x Cebú es la que mayor éxito ha tenido (Román 1995). En el inventario ganadero de la región sureste del país se tienen aproximadamente dos millones de vientres producto de esta cruza (Luna & Albarrán 2006), lo que la posiciona como la mayor productora de becerros para abasto de carne en el país; a pesar de la importancia económica que representan los becerros con esa característica genética, poco se conoce de sus rendimientos en canal y de los componentes no cárnicos. Algunos trabajos hechos en México sólo mencionan ganancia de peso vivo y conversión alimenticia (Osorio-Arce & Segura-Correa 2003). Si bien es cierto que entre razas el rendimiento aparente de la canal en relación al peso vivo no varía significativamente, esto sucede cuando las comparaciones se hacen bajo las mismas condiciones de crianza (Gorrrachategui 1997); sin embargo, el terminado, rendimiento de la canal y de los componentes no cárnicos pueden sufrir cambios drásticos entre grupos raciales y cruza, cuando los animales son criados con diferente sistema de alimentación.

La producción de bovinos en pastoreo produce un aumento en el tamaño de las extremidades, debido a la mayor necesidad de locomoción, los animales tienen menor rendimiento de la canal, menor contenido de grasa y mayor rendimiento muscular; en este sistema de producción los animales presentan mayor proporción de músculos que forman la pared abdominal debido al volumen del alimento consumido (Berg & Butterfield 1979), por el contrario, las canales de bovinos alimentados a base de concentrado

tienen más grasa que los alimentados sin concentrado a cualquier peso; sin embargo, la dieta no afecta significativamente el peso de los órganos expresados como una porción del peso vacío; excepto el omaso, el cual es más pesado en animales alimentados a base de heno (Bailey 1986; Coleman *et al.* 1995). El peso de los órganos es afectado por la edad y peso de los animales, en tanto que el rendimiento de la canal es mayor cuando los órganos pesan menos, así como su contenido digestivo que guarda una alta relación con la presentación del alimento, de ahí que la disminución en la relación concentrado-forraje reduce la masa de la canal linealmente (Danner *et al.* 1980; Woody *et al.* 1983). La restricción alimenticia disminuye la ganancia de peso de la canal y más aún cuanto el contenido de forraje en la dieta es mayor (Hicks *et al.* 1990; Meissner *et al.* 1995). Cuando el peso vivo es similar, el ganado que recibe alimentación restringida tiene un mayor contenido gastrointestinal, las canales son más ligeras, presentan menos grasa total y un poco más de músculo total. El peso de la canal, el peso de las vísceras, desechos y el contenido gastrointestinal son factores decisivos a la hora de determinar el rendimiento de las canales, sin embargo, otros factores como peso vivo y tipo de dieta también pueden influir en estas características (Gorrrachategui 1997; Núñez *et al.* 2005).

Ante la globalización, la comercialización mundial de ganado ha dado un giro importante debido a la exigencia del mercado por canales con mayor rendimiento y calidad; siendo estas características algunas que determinan el precio de mercado. Queda clara la importancia de abrir líneas de investigación que permitan determinar si las características genéticas del ganado producido, así como los sistemas de producción establecidos son los apropiados para producir carne bovina con las características que el consumidor demanda. Por lo tanto, el objetivo del estudio fue evaluar el rendimiento de la canal y de los componentes comestibles y no comestibles de toretes de la cruza Pardo Suizo x Cebú finaliza-

dos en tres sistemas de alimentación en clima cálido húmedo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en un rastro regional denominado "Abastecedora de Carnes de Oaxaca S.A. de C.V.", ubicado en el municipio de Santa Cruz Xoxocotlán que se localiza entre los paralelos 16° 06' 34" y 17° 17' 01" N y los meridianos 95° 94' 24" y 97° 37' 24" O. Para la investigación se utilizaron 31 toretes de componente racial $\frac{1}{2}$ Pardo Suizo \times $\frac{1}{2}$ Cebú. Al inicio del estudio los toretes mostraron un peso vivo promedio de 260.2 kg, una edad aproximada de 21 meses y una condición corporal entre cuatro y cinco, según la clasificación propuesta por Northcutt *et al.* (1992) que se compone de nueve categorías. Se evaluaron tres tratamientos; en el primero, once toretes fueron alimentados durante 501 d con pasto Estrella (*Cynodon plectostachyus Vanderyst*) a través de un sistema de pastoreo alterno (PE), para ello se establecieron dos potreros de 6 ha cada uno, con un tiempo de ocupación de 90 d; un segundo grupo de diez toretes se sometió al mismo sistema de pastoreo durante 282 d, en este periodo de tiempo a cada animal se le ofreció diariamente 2 kg de alimento balanceado con 14 % de PC y 3.1 Mcal kg⁻¹ de EM (PS), el pastoreo fue alterno con dos potreros de 6 ha cada uno y un tiempo de ocupación de 90 d; el análisis bromatológico del pasto estrella fue de 7 % de PC. El último tratamiento consistió en estabular a 10 animales en un corral de engorda durante 120 d, durante este periodo se les ofreció a libre acceso una ración balanceada con 14 % de PC y 3.2 Mcal kg⁻¹ de EM (EC). Al iniciar el experimento, dos animales (uno del tratamiento PS y otro del tratamiento EC) causaron baja por muerte; por esta razón existe un desbalance en cuanto al número de repeticiones por tratamiento.

Cuando los toretes de cada tratamiento alcanzaron un peso vivo al sacrificio de aproximadamente 420 kg, fueron transportados al rastro en horario nocturno durante 8 h; una vez alojados en los corrales de espera se les ofreció heno de alfalfa y agua a libre acceso. A las 24 h de su llegada al rastro los animales fueron sacrificados, 10 h antes se les retiró

el forraje ofrecido.

Previo al sacrificio, los animales fueron pesados individualmente en una báscula Revuelta^{MR} con capacidad de 5,000 \pm 2 kg. El sacrificio se realizó en forma convencional mediante aturdimiento con pistola de perno cautivo, se cortó la yugular para el sangrado y colección del mismo. Posteriormente, se seccionaron y se pesaron las cabezas, las patas y la piel; se evisceraron con un corte desde el esternón hasta la sínfisis pubiana y fueron separados la tráquea, pulmones, corazón, hígado y bazo. Todos los componentes fueron pesados en una báscula digital con capacidad de 200 \pm 0.5 kg. El rumen y los intestinos fueron pesados llenos y vacíos para obtener por diferencia el peso del contenido gastrointestinal.

Las canales fueron cortadas longitudinalmente con una sierra Kentmaster^{MR} modelo 703 registrándose el peso de la canal caliente en una báscula de riel electrónica. Después del sacrificio se corroboró la edad a través del desarrollo dentario y la calcificación de las vértebras (Levie 1981). El marmoleo y el espesor de grasa dorsal (EGD) fueron medidos en la canal fría después del despiece primario a nivel de la última vértebra lumbar. El marmoleo se determinó de acuerdo a las normas establecidas por el USDA (Kempster *et al.* 1982) utilizando la siguiente escala: moderado abundante, ligero abundante, moderado, modesto, pequeño, ligero, trazas y prácticamente desprovisto. El EGD se midió a la altura de la última vértebra lumbar utilizando un vernier. Los datos se sometieron a un análisis de varianza (ANDEVA) bajo un diseño completamente al azar desbalanceado, agrupando a los animales de acuerdo al sistema de alimentación y teniendo como variables de respuesta, el peso vivo (PV), el peso vacío del cuerpo, el peso de la canal caliente (PCC), el rendimiento de la canal caliente en relación al PV, el rendimiento de la canal caliente en relación al PVC, el contenido digestivo, el EGD, el marmoleo y el rendimiento de cada uno de los componentes no cárnicos (rumen, cabeza, patas, hígado, corazón, piel, sangre, intestinos, aparato respiratorio y bazo). Para la comparación múltiple de medias se empleó la prueba de diferencia mínima significativa (Steel & Torrie 1988).

Tabla 1. Rendimiento en relación al peso vivo, peso vacío y espesor de grasa dorsal de la canal de toretes cruza Pardo suizo x Cebú criados en diferentes sistemas de producción (media \pm error estándar).

Table 1. Yield in relation to live weight, empty weight and dorsal fat thickness of the empty body of Brown Swiss x Zebu steers bred in different production systems (media \pm standard error).

Variables	Sistema de producción		
	Engorda intensiva	Pastoreo + suplemento	Pastoreo
N	10	10	11
Edad (años)	34.8 \pm 2.8 ^a	44.4 \pm 1.8 ^{ab}	50.5 \pm 3.4 ^b
Peso vivo (kg)	419.5 \pm 16.9 ^a	423.6 \pm 14.3 ^a	414.4 \pm 15.3 ^a
Peso vacío (kg)	381.5 \pm 15.2 ^a	373.7 \pm 12.1 ^a	363.6 \pm 13.8 ^a
Peso canal caliente (kg)	238.6 \pm 8.6 ^a	238.0 \pm 6.8 ^a	228.0 \pm 9.7 ^a
RCC PV (%)	57.0 \pm 0.9 ^a	56.4 \pm 1.0 ^a	54.9 \pm 0.6 ^a
RCC PVC (%)	62.7 \pm 1.0 ^a	63.9 \pm 1.1 ^a	62.6 \pm 0.8 ^a
Peso vacío cuerpo (%)	90.9 \pm 0.2 ^a	88.2 \pm 0.5 ^b	87.7 \pm 0.6 ^c
Contenido digestivo (%)	9.04 \pm 0.2 ^a	10.3 \pm 0.4 ^{ab}	12.3 \pm 0.6 ^b
Contenido digestivo (kg.)	38.0 \pm 1.9 ^a	43.4 \pm 0.8 ^b	50.8 \pm 2.8 ^c
Espesor de grasa (mm)	4.2 \pm 0.6 ^a	1.9 \pm 0.3 ^b	2.7 \pm 0.5 ^{ab}

n = Número de observaciones

^{ab} Medias con diferente letra en el mismo renglón son diferentes ($p < 0.05$)

RCC PV = Rendimiento de la canal caliente en relación al peso vivo

RCC PVC = Rendimiento de la canal caliente en relación al peso vacío del cuerpo

RESULTADOS

Se observó que los animales en confinamiento (EC) alcanzaron el peso al sacrificio en menor tiempo ($p < 0.05$), comparado con los toretes sometidos a PS y PE, los cuales fueron sacrificados 162 y 381 días después, respectivamente (Tabla 1); en tanto que los promedios de rendimiento en canal caliente en relación al peso vivo fueron similares en los tres sistemas de alimentación (57.0, 56.4 y 54.9 % para EC, PS y PE, respectivamente).

Los toretes provenientes de EC mostraron un menor porcentaje ($p < 0.05$) de contenido digestivo (9.04 %) comparado con los alimentados en PE (12.3 %). El porcentaje de peso vacío del cuerpo tuvo un comportamiento diferente en los tres sistemas de producción. El mayor porcentaje de peso vacío del cuerpo se observó en los toretes engordados en corral (90.9 %); el rendimiento de la canal caliente en relación al peso vacío del cuerpo fue similar ($p > 0.05$) entre sistemas de alimentación (62.7, 63.9 y 62.6 % para EC, PS y PE, respectivamente).

El EGD fue diferente ($p < 0.05$) entre los sistemas de producción, se observó que los toretes en engorda en corral durante 120 d tuvieron el ma-

yor promedio (4.2 mm vs 1.9 y 2.7 mm para PS y PE, respectivamente). El marmoleo se mantuvo constante (categoría prácticamente desprovisto, según el sistema USDA), en animales provenientes de los tres sistemas evaluados, todas las canales sin excepción no mostraron marmoleo.

En la Tabla 2 se presentan los valores de los componentes comestibles y no comestibles de los toretes en los tres sistemas de producción. Los componentes que mostraron diferencias ($p < 0.05$) fueron la piel, patas y aparato respiratorio; se observó que los toretes alimentados en EC, obtuvieron los mayores porcentajes (9.5, 2.4 y 1.4 %, respectivamente), seguido de los animales bajo el sistema PS y el PE. El porcentaje de intestinos, rumen, cabeza, corazón, hígado, sangre y bazo, tuvieron un comportamiento similar en los tres sistemas.

En la Tabla 3 se presentan los porcentajes de los componentes comestibles y no comestibles en relación al peso vacío del cuerpo. Se observó que los promedios fueron similares en los tres sistemas, con excepción de la piel, cuyo valor fue superior ($p < 0.05$), en EC (10.5 %) y PS (10.4 %), por lo que el sistema de PE obtuvo el promedio más bajo (9.5 %).

Tabla 2. Peso y rendimiento de los componentes del quinto cuarto de toretes Pardo suizo × Cebú criados en diferentes sistemas de producción (media ± error estándar).

Table 2. Weight and yield of the components of the fifth quarter of Brown Swiss × Zebu steers bred in different feeding systems (media ± standard error).

	Engorda intensiva		Sistema de producción Pastoreo + suplemento		Pastoreo	
	kg	%	kg	%	kg	%
Piel	40.0 ± 2.6 ^a	9.5 ± 0.3 ^a	39.7 ± 1.8 ^a	9.4 ± 0.2 ^a	34.8 ± 1.9 ^a	8.4 ± 0.3 ^b
Intestino	10.0 ± 0.5 ^a	2.4 ± 0.1 ^a	10.3 ± 0.4 ^a	4.4 ± 0.1 ^a	9.4 ± 0.4 ^a	2.3 ± 0.1 ^a
Rumen	16.8 ± 1.0 ^a	4.0 ± 0.3 ^a	16.9 ± 1.1 ^a	4.0 ± 0.2 ^a	16.6 ± 0.7 ^a	4.0 ± 0.1 ^a
Cabeza	15.7 ± 0.6 ^a	3.8 ± 0.1 ^a	15.5 ± 0.5 ^a	3.7 ± 0.1 ^a	15.0 ± 0.6 ^a	3.6 ± 0.0 ^a
Patas	10.2 ± 0.4 ^a	2.4 ± 0.0 ^a	9.9 ± 0.4 ^a	2.3 ± 0.0 ^b	9.4 ± 0.3 ^a	2.2 ± 0.0 ^c
Corazón	1.2 ± 0.0 ^a	0.3 ± 0.0 ^a	1.1 ± 0.1 ^a	0.3 ± 0.0 ^a	1.2 ± 0.0 ^a	0.3 ± 0.0 ^a
Hígado	5.1 ± 0.2 ^a	1.2 ± 0.0 ^a	5.0 ± 0.2 ^a	1.2 ± 0.0 ^a	5.0 ± 0.2 ^a	1.2 ± 0.0 ^a
Sangre	36.8 ± 1.2 ^a	8.8 ± 0.1 ^a	36.0 ± 1.0 ^a	8.5 ± 0.1 ^a	35.7 ± 1.3 ^a	8.6 ± 0.1 ^a
AR	5.7 ± 0.2 ^a	1.4 ± 0.0 ^a	5.6 ± 0.2 ^a	1.31 ± 0.0 ^b	5.4 ± 0.2 ^a	1.3 ± 0.0 ^c
Bazo	1.4 ± 0.1 ^a	0.3 ± 0.0 ^a	1.3 ± 0.0 ^a	0.3 ± 0.0 ^a	1.3 ± 0.0 ^a	0.3 ± 0.0 ^a

n = Número de observaciones

^{ab} Medias con diferente letra en el mismo renglón son diferentes (p < 0.05)

AR= Aparato Respiratorio

DISCUSIÓN

A pesar de que los toretes en PE y PS obtuvieron la cantidad de materia seca necesaria para su mantenimiento y producción, el crecimiento y desarrollo se frenó debido a que el pasto Estrella no cubrió los requerimientos adecuados de energía y de proteína, por tanto el peso al sacrificio lo alcanzaron en un mayor tiempo. Hersom *et al.* (2004) obtuvieron el mismo comportamiento en novillos Angus × Hereford en diferentes programas de pastoreo, en este caso los animales que consumieron gramas nativas solamente incrementaron 11 kg durante 120 d; por el contrario, el grupo de animales que pastorearon una variedad mejorada de trigo, acumularon 160 kg en el mismo periodo de tiempo. Al respeto, Schroeder *et al.* (1987) mencionan que un sistema de alimentación eficiente ayuda a obtener pesos óptimos al sacrificio en menor tiempo y además favorece la blandura y gustocidad de la carne.

Los promedios de rendimiento en canal se encuentran dentro del rango descrito por Gorrachategui (1997) quien reporta rendimientos en canal entre 53 y 57.8% en animales con peso al sacrificio entre 240 y 275 kg. En relación al PCV, los datos obtenidos son similares a los encontrados por Kempster *et al.* (1986) quienes refieren un 10% de conteni-

do digestivo en animales alimentados con concentrado. Otros autores (Gorrachategui 1997; Morón-Fuenmayor *et al.* 1999) han encontrado hasta 30% de contenido digestivo en animales en pastoreo; este valor es alto si se compara con el 12% obtenido en el presente estudio.

Las diferencias encontradas en el porcentaje del PVC entre sistemas de alimentación se pueden deber al menor peso del rumen en los animales alimentados en corral de engorda. Al respecto, Gorrachategui (1997) afirma que a mejor calidad de la ración (en relación a la cantidad de grano utilizado), menor contenido gastrointestinal se encuentra en el tracto digestivo. El nivel de concentrado y de alimentación guarda una relación directa con el peso del contenido digestivo y el tamaño de rumen. Una disminución en la relación concentrado-forraje reduce el rendimiento de la canal debido a un mayor contenido digestivo (McCarthy *et al.* 1985). Cuando la alimentación es solo a base de forraje el peso, el volumen y el grosor de las paredes del rumen aumenta debido al esfuerzo que realiza para digerir la fibra. Por otra parte se dosificó el consumo y el periodo de ayuno antes del sacrificio, lo cual es otro factor al que se atribuye estos resultados.

Es importante observar que los valores de RCC PV en los sistemas de EC y PE registraron

Tabla 3. Rendimiento de componentes consumibles y no consumibles respecto al peso vacío de toretes cruza Cebú x Suizo Pardo criados en diferentes sistemas de producción (media \pm error estándar).

Table 3. Yield of consumable and non consumable components with respect to the empty weight of Brown Swiss x Zebu steers bred in different feeding systems (media \pm standard error).

Variables	Sistema de producción		
	Engorda intensiva	Pastoreo + suplemento	Pastoreo
N	10	10	11
Consumibles	%	%	%
Rumen	4.4 \pm 0.3 ^a	4.5 \pm 0.2 ^a	4.6 \pm 0.1 ^a
Cabeza	4.1 \pm 0.1 ^a	4.2 \pm 0.0 ^a	4.1 \pm 0.0 ^a
Patas	2.7 \pm 0.0 ^a	2.7 \pm 0.0 ^a	2.6 \pm 0.0 ^a
Hígado	1.3 \pm 0.0 ^a	1.3 \pm 0.0 ^a	1.4 \pm 0.6 ^a
Corazón	0.3 \pm 0.0 ^a	0.3 \pm 0.0 ^a	0.3 \pm 0.0 ^a
No consumibles			
Piel	10.4 \pm 0.3 ^a	10.6 \pm 0.3 ^a	9.5 \pm 0.3 ^b
Sangre	9.7 \pm 0.2 ^a	9.7 \pm 0.1 ^a	9.8 \pm 0.0 ^a
Intestinos	2.6 \pm 0.2 ^a	2.8 \pm 0.1 ^a	2.6 \pm 0.1 ^a
Aparato respiratorio	1.5 \pm 0.0 ^a	1.5 \pm 0.0 ^a	1.5 \pm 0.0 ^a
Bazo	0.4 \pm 0.0 ^a	0.3 \pm 0.0 ^a	0.4 \pm 0.0 ^a

n = Número de observaciones

^{ab} Medias con diferente letra en el mismo renglón son diferentes ($p < 0.05$)

AR= Aparato Respiratorio

una diferencia de 2.1 %. Cuando la comparación de los sistemas se realiza con base al RCC PVC la diferencia fue de sólo 0.1 %, lo que equivale aproximadamente a 8 kg de canal; este enmascaramiento se debe a que el RCC PV no toma en cuenta el contenido digestivo. Este es un factor importante cuando se realizan análisis de rendimiento, y sobre todo, cuando se comparan dietas o sistemas de alimentación ya que una disminución en la proporción de forraje disminuye el contenido en el tracto digestivo (Kempster *et al.* 1986).

En general se encontraron bajos niveles de grasa intramuscular y de cobertura; esta tendencia se atribuye a que cada grupo racial tiene un patrón característico de deposición de grasa (Wood 1984) y las razas británicas como la Pardo Suizo poseen poca capacidad para almacenar grasa de cobertura y presentar marmoleo (Bertrand *et al.* 1983). Al respecto, Fiona *et al.* (2002) demostraron que la leptina modula el metabolismo energético en el tejido periférico debido a dos genes, el alelo C (cytosina) que se asocia con canales de animales gordos y el alelo T (thymina) con canales de animales flacos. Las razas británicas como la Pardo Suizo tienen una

frecuencia más alta del alelo T, por lo consiguiente sus canales presentan un menor contenido de grasa.

Los resultados obtenidos en el presente estudio concuerdan con los observados por Gorrachategui (1997) quien afirma que para pesos vivos similares, el ganado que es sometido a alimentación restringida tiene un mayor contenido intestinal, canales más ligeras, menos grasa total y mayor masa muscular total.

La mayoría de los componentes corporales tuvieron un rendimiento similar en los tres sistemas de alimentación evaluados; esto se puede atribuir a que los promedios de peso vivo al momento del sacrificio fueron similares y también a que los animales ya habían alcanzado la madurez. Bailey (1986), refiere que en esta etapa, el crecimiento de las vísceras es casi nulo a excepción del rumen. Sin embargo, en el presente experimento, el peso del rumen no mostró diferencia entre sistemas de alimentación. Las diferencias que han sido observadas en otros estudios, son atribuibles a que los pliegues y paredes del rumen de animales alimentados en pastoreo, son más gruesos pero poseen una menor cantidad de grasa; por el contrario, el rumen de los animales alimen-

tados en engorda intensiva tiene mayor cantidad de grasa, pero menor peso debido a que los pliegues y paredes muestran menor desarrollo del músculo liso atribuido al bajo consumo de fibra (Allen *et al.* 1996; Gorrachategui 1997; Belanche *et al.* 2007).

En cuanto a la presencia de grasa en la canal, similares resultados fueron obtenidos por Sugimoto *et al.* (2004), quienes determinaron que las canales de novillos estabulados presentaron mayor cantidad de grasa total al compararlas con canales de novillos finalizados en pastoreo con un suplemento proteico, no obstante, el marmoleo no fue afectado por el sistema de alimentación. Al respecto, Nade *et al.* (2005) mencionan que cuando existe un elevado nivel energético en la dieta, la grasa es utilizada por el organismo como tampón para evitar cambios en el resto de los tejidos.

Se observó que cuando los rendimientos son calculados en relación al peso vacío del cuerpo, los

promedios se ajustan mejor y se evitan errores. Los valores observados, coinciden con lo señalado por Coleman *et al.* (1995), quienes detectaron que la dieta no tiene un efecto significativo en el peso de los órganos expresados como una proporción del peso vivo vacío.

Por lo tanto se concluye que el tipo de alimentación de toretes en engorda intensiva mejora el rendimiento de la canal e incrementa el espesor de la grasa de cobertura, pero no propicia la deposición de grasa intramuscular. El sistema de pastoreo con suplemento no promueve la deposición de grasa, por lo que las características de las canales son similares a las de los toretes criados bajo pastoreo. La estimación del rendimiento de la canal y de los componentes no cárnicos en relación al peso vacío del cuerpo resultó la más adecuada y real debido a que evita sesgos por efecto del contenido digestivo.

LITERATURA CITADA

- Allen VG, Fontenot JP, Kelley RF, Notter DR (1996) Forage systems for beef production from conception to slaughter: III. Finishing systems. *J. Anim. Sci.* 74: 625-638.
- Bailey CB (1986) Growth of digestive organs and their contents in Holstein steers: Relation to body weight and diet. *Can. J. Anim. Sci.* 66: 653-661.
- Belanche A, De la Fuente G, Yañez-Ruiz DR, Calleja L, Balcells J (2007) Desarrollo anatómico y microbiológico del rumen: Efecto de la edad y tipo de dieta. *ITEA.* 28: 276-278.
- Berg RT, Butterfield RM (1979) Nuevos conceptos sobre el desarrollo de ganado vacuno. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- Bertrand JK, William RL, Berger PJ (1983) Beef, dairy and beef x dairy carcass characteristics. *J. Anim. Sci.* 57: 1440-1448.
- Coleman SW, Gallavan RH, Phillips WA, Volesky JD, Rodriguez S (1995) Silage or limit-fed grain growing diets for steers: II. Empty body and carcass composition. *J. Anim. Sci.* 73: 2621-2630.
- Danner ML, Fox DG, Black JR (1980) Effect of feeding system on performance and carcass grade of yearling steers, steers calves and heifer calves. *J. Anim. Sci.* 50: 394-404.
- Fiona CB, Fitzsimmons JC, Van Kessel GA, Thue DT, Winkelman-Sim CD, Schmutz MS (2002) Association of a missense mutation in the bovine leptin gene with carcass fat content and leptin mRNA levels. *Genet. Sel. Evol.* 34: 105-116.
- Gorrachategui GM (1997) Influencia de la nutrición y otros factores en el rendimiento de la canal de terneros. XIII curso de especialización. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal.
- Hersom, MJ, Horn GW, Krehbiel CR y Phillips WA (2004) Effect of live weight gain of steers during winter grazing: I. Feedlot performance carcass characteristics, and composition of beef steers. *J. Anim. Sci.* 82: 262-272.

- Hicks RB, Owens FN, Gill DR (1990) Effects of controlled feed intake on performance and carcass characteristics of feedlot steers and heifers. *J. Anim. Sci.* 68: 233-244.
- Kempster AJ, Cook GL, Grantley-Smith M (1986) National estimates of the body composition of British cattle, sheep and pig with special reference to trends in fatness. A review *J. Meat Sci.* 17: 107-138.
- Kempster T, Cuthbertson A, Harrington G (1982) Carcase evaluation In *Livestock Breeding, Production and Marketing*. Mackays of Chatham, Kent. Gran Bretaña. 306 pp.
- Levie A (1981) *Meat Handbook*. 4th Ed. AVI Publishing, Co. Inc. U.S.A. 296 pp.
- Luna ME, Albarrán DM (2006) Situación actual y perspectiva de la producción de carne de bovino en México. SAGARPA. <http://www.sagarpa.gob.mx/dgg>. Fecha de consulta: mayo de 2009.
- McCarthy FD, Hawkins DR, Bergen WG (1985) Dietary energy density and frame size effects on composition of gain in feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 60: 781-790.
- Meissner HH, Smuts M, Coertze (1995) Characteristics and efficiency of fast-growing feedlot steers fed different dietary energy concentrations. *J. Anim. Sci.* 73: 931-936.
- Morón-Fuenmayor O, Huerta-Leidenz N, Milli-Paris S, Ormo-Moreno R (1999) Efecto de la dieta sobre el rendimiento, composición de la canal y calidad de la carne de terneros. *Revista Científica FCV-LUZ.* 9(1): 52-59.
- Nade T, Okumura T, Misumi S, Fujita K (2005) Effects of feeding different levels of concentrate on growth and carcass characteristics in younger Japanese Black cattle. *Animal Science J.* 76: 43-49.
- Northcutt SL, Wilson DE, Willham RL (1992) Adjusting weight for body condition score in Angus Cows. *J. Anim. Sci.* 70: 1342-1345.
- Núñez JF, García MJ, Hernández BJ, Jiménez CJ (2005) Caracterización de canales de ganado bovino en los valles centrales de Oaxaca. *Tec. Pec. Mex.* 43 (2): 219-228.
- Osorio-Arce MM, Segura-Correa JC (2003) Análisis del peso por edad y de la ganancia diaria de peso de toretes cruzados en pruebas de comportamiento en pastoreo en el trópico. *Livestock Research for Rural Development* 15 (6). Páginas sin número.
- Román PH (1995) Situación actual y retos de la ganadería bovina en el trópico pp 1-10. In *Memoria del XX Simposio de Ganadería Tropical: Alternativas de alimentación del ganado bovino en el trópico*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México.
- Schroeder AL, Bergen WG, Stachiw MA, Markel RA (1987) Comparison of commonly used methods of estimating beef carcass composition. *J. Anim. Sci.* 65(1): 260-261.
- Steel RGD, Torrie JH (1988) *Principles and procedures of statistics*. Ed. McGraw-Hill Book Co. New York, USA. 622 pp.
- Sugimoto M, Kuzuoka S, Yayota C, Sato Y (2004). The effects of grazing and supplemental protein concentration during the grazing period on subsequent finishing performance and carcass quality in Japanese Black cattle steers. *Animal Science J.* 75: 29-35.
- Woody HD, Fox DG, Black JR (1983) Effect of diet grain content on performance of growing and finishing cattle. *J. Anim. Sci.* 57: 717-728.
- Wood JD (1984) Fat deposition and the quality of fat tissue in meat animals. In: Wiseman, J. (ed.) *Fast in Animal nutrition*. Butterworths, London. 407 pp.