

# Crecimiento y características de la canal de bovinos Charolais y Beefmaster alimentados con dos fuentes de proteína y dos niveles de grasa sobrepasante

## Performance and carcass characteristics of Charolais and Beefmaster cattle fed with two sources of protein and two levels of bypass fat

Ramiro López Trujillo<sup>a</sup>, Roberto García Elizondo<sup>a</sup>, Miguel Mellado Bosque<sup>b</sup>,  
Jorge Acosta Ortiz<sup>a</sup>

### RESUMEN

Se utilizaron 27 becerros Charolais (11 machos y 16 hembras) y 17 Beefmaster (9 machos y 8 hembras), para comparar raza, sexo, fuente de proteína (harinolina vs soya) en las dietas de crecimiento (42 días) y grasa ruminalmente inerte (0 vs 3 %) en las dietas de engorda (95 días), respecto a la ganancia diaria de peso y el rendimiento y calidad de la canal. Los machos tuvieron ganancias de peso similares cuando las dietas de crecimiento incluían soya, pero los aumentos de peso de los Charolais fueron superiores ( $P < 0.05$ ) cuando la dieta contenía harinolina (1.49 vs 1.19 kg/día). La raza (Charolais:  $1.5 \pm 0.1$  vs Beefmaster:  $2.0 \pm 0.1$ ), sexo (machos:  $1.5 \pm 0.1$  vs hembras:  $2.1 \pm 0.1$ ) y fuente de proteína en las dietas de crecimiento (harinolina:  $1.6 \pm 0.1$  vs soya:  $1.9 \pm 0.1$ ) afectaron ( $P < 0.05$ ) el rendimiento de la canal. El análisis de la variable bidimensional (ganancia de peso (kg/día), rendimiento de la canal) indicó superioridad ( $P < 0.05$ ) de los Charolais ( $1.35 \pm 0.03$ ,  $1.6 \pm 0.11$ ) respecto a los Beefmaster ( $1.23 \pm 0.04$ ,  $2.0 \pm 0.15$ ), y los machos fueron mejores ( $1.35 \pm 0.03$ ,  $1.4 \pm 0.15$ ) que las hembras ( $1.22 \pm 0.03$ ,  $2.1 \pm 0.13$ ). La raza Charolais presentó 93 % de canales buenas y selectas ( $P < 0.05$ ), en tanto que la Beefmaster sólo 53 %. Se concluyó que la raza Charolais y los machos tuvieron la mejor respuesta en producción; que la mayor concentración de proteína sobrepasante de la harinolina sólo se manifestó en el rendimiento de las canales y en la ganancia de peso de los machos Charolais, y que la adición de grasa ruminalmente inerte no tuvo efecto sobre las variables analizadas.

**PALABRAS CLAVE:** Proteína de paso, Grasa ruminalmente inerte, Evaluación de la canal, Charolais, Beefmaster.

### ABSTRACT

Twenty-seven Charolais (11 males and 16 females) and 17 Beefmaster (9 males and 8 females) calves were made use of to assess the effects of breed, sex, protein source (cottonseed meal vs. soybean meal) in the post-weaning growth stage (42 days), and supplementary bypass fat (0 vs 3 %) on growth and carcass characteristics in the fattening stage (95 days). Bulls of both breeds showed a similar daily weight gain ( $P > 0.05$ ) on soybean meal diets in their growing period, but Charolais bulls showed higher ( $P < 0.05$ ) daily weight gains on cottonseed meal diets (1.49 vs 1.19 kg/day). Differences ( $P < 0.05$ ) were observed in carcass yield grade between breeds (Charolais:  $1.5 \pm 0.1$  vs Beefmaster:  $2.0 \pm 0.1$ ), sex (bulls:  $1.5 \pm 0.1$  vs heifers:  $2.1 \pm 0.1$ ), and diet protein sources (cottonseed meal:  $1.6 \pm 0.1$  vs soybean meal:  $1.9 \pm 0.1$ ). Variance analysis of the vector (daily weight gain, carcass yield grade) showed positive differences ( $P < 0.05$ ) for Charolais ( $1.35 \pm 0.03$ ,  $1.6 \pm 0.11$ ) vs Beefmaster ( $1.23 \pm 0.04$ ,  $2.0 \pm 0.15$ ) and for bulls ( $1.35 \pm 0.03$ ,  $1.4 \pm 0.15$ ) vs heifers ( $1.22 \pm 0.03$ ,  $2.1 \pm 0.13$ ). Charolais showed higher ( $P < 0.05$ ) percentages of high quality grade carcasses (93 % were select or choice, but only 53 % of the Beefmaster carcasses met those grades). It can be concluded that the Charolais breed and bulls (independent of breed) were superior on productive performance characteristics; that the higher bypass protein content of cottonseed meal (relative to soybean meal) had a significant effect on yield grade, and on Charolais bulls daily weight gains, and that the addition of bypass fat (3 % of total diet) did not affect animal performance.

**KEY WORDS:** Bypass protein, Inert ruminal fat, Carcass evaluation, Charolais, Beefmaster.

Recibido el 4 de octubre de 2001 y aceptado para su publicación el 15 de noviembre de 2001.

a Departamento de Producción Animal. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila 25315 México. Tel. (8) 411-0228 Fax: (8) 411-0228. rlopez@uaaan.mx; ramirolopezt@hotmail.com. Correspondencia y solicitud de separatas al primer autor.

b Departamento de Nutrición y Alimentos, UAAAN.

Las necesidades de proteína del rumiante se satisfacen por dos vías: la proteína ingerida y transformada a protoplasma microbial y la ruminalmente no degradable o de paso. Se ha demostrado que la cantidad de proteína que se puede transformar a protoplasma microbial en condiciones anaerobias, como las del rumen, puede ser un factor que limita la producción con rumiantes<sup>(1)</sup>, por lo que es necesario suministrar una cantidad adecuada de proteína de paso; cantidad que es directamente proporcional a la tasa de crecimiento de los animales, e inversamente proporcional a su peso vivo<sup>(2)</sup>.

Las proteínas de los ingredientes que se utilizan en la alimentación de los animales difieren en su degradabilidad ruminal, por su naturaleza o por el proceso industrial empleado en su elaboración. Conocer esta característica permite hacer más eficiente su utilización en la producción animal<sup>(3)</sup>. Así, la harinolina posee 41 % y la soya 35 % de proteína no degradable en el rumen<sup>(4)</sup>.

Las grasas son utilizadas en la alimentación animal como fuente concentrada de energía. La magnitud de su hidrólisis en el rumen depende del sustrato; así, los ácidos grasos del aceite de linaza se hidrolizan hasta en un 95 %, en tanto que los del aceite de oliva, en un 69 %, y los del coco, en un 40 %. En general, los aceites vegetales son hidrolizados en una proporción mayor que las grasas animales o los aceites de pescado.

El suministro de grasas en la dieta de los rumiantes tiende a reducir la digestibilidad ruminal de la fibra (lo cual es irrelevante para el caso del corral de engorda, debido a la baja inclusión de los forrajes en las dietas) y la absorción del Ca y Mg. Por lo anterior, y aprovechando la resistencia natural de algunas grasas a la hidrólisis ruminal, varios tipos comerciales de grasas ruminalmente inertes se encuentran disponibles. En virtud de que estas grasas no interfieren con la actividad microbiana, pueden ser suministradas en cantidades cercanas al 6 % de la dieta, permitiendo así incrementar el nivel de forraje en ella, para evitar trastornos digestivos sin disminuir la concentración de energía requerida para funciones productivas.

La utilización de proteína y grasa de paso en la

Protein needs of ruminants can be met in two ways: protein intake transformed into microbial protoplasm and with ruminal bypass proteins. It has been shown that the amount of protein transformed into microbial protoplasm in anaerobic conditions, as those of the rumen, could be a limiting production factor for ruminants<sup>(1)</sup>, so it should be necessary to administer an adequate amount of bypass protein, in direct proportion to the animal's growth rate and in reverse order to live body weight<sup>(2)</sup>. Proteins included as ingredients of diets vary in their ruminal degradability because of their nature or of the industrial process used for their production. Knowledge of this characteristic allows for a more efficient use of proteins in animal production<sup>(3)</sup>. Like this, 43 % of cottonseed meal protein and 35 % of soybean meal protein is non degradable in the rumen<sup>(4)</sup>.

Fats are used in animal feed as concentrated sources of energy. Percentage hydrolyzed in the rumen depends on the substratum, like this, fatty acids of linseed oil are hydrolyzed up to 95 %, while those of olive oil 69 % and those of coconut oil, 40 %. In general, vegetable oils are hydrolyzed in a higher percentage than animal fats or fishmeal oil. Fats in ruminants' diets tend to decrease ruminal fiber digestibility (which is practically irrelevant in feedlot cattle, owing to the fact that practically no forages are included in their diets) and of Ca and Mg absorption. Therefore, and taking advantage of a natural resistance of some fats to ruminal hydrolysis, several commercial ruminal inert fats are available. Because these fats do not interfere microbial activity, they can be administered in amounts near to 6 % of a diet, thus allowing increasing the forage percentage which helps avoid digestive disorders without decreasing the energy content needed for production.

Use of bypass protein and fats in bovine milk and meat production has been studied extensively, however, no information is available on their effect on bovine's carcass characteristics.

Hypothetically, with adequate amounts of ruminal inert protein and fats in diets for bovines in feedlot bovines, a higher daily weight gain and better

producción de carne y leche de bovinos se ha estudiado extensamente; sin embargo, no existe información sobre su efecto en las características de la canal de bovinos productores de carne.

Bajo la hipótesis de que niveles adecuados de proteína y grasa inertes en el rumen, en dietas para bovinos en corral de engorda, promueven mayores aumentos de peso y mejoran las características de la canal, en el presente estudio se determinó el efecto sobre la ganancia diaria de peso, rendimiento y calidad de la canal de dos fuentes de proteína en la dieta de la etapa de crecimiento, y de la suplementación de grasa ruminalmente inerte en la dieta de engorda de bovinos de las razas Charolais y Beefmaster de ambos sexos.

El experimento se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Saltillo, Coahuila (25° 22' Norte, 101° 00' Oeste; 1742 msnm; clima BS<sub>0</sub> kx'(e))(5). Se utilizaron 44 becerros: 27 Charolais (11 machos y 16 hembras) y 17 Beefmaster (9 machos y 8 hembras), con una edad y peso promedios iniciales de 264 ± 22 días y 232 ± 23 kg; los cuales fueron previamente vitaminados (A,D y E) y desparasitados interna y externamente.

Los factores estudiados fueron: raza, sexo, fuente de proteínas en la dieta de crecimiento (harinolina: baja degradabilidad ruminal, y soya: alta degradabilidad ruminal) y nivel (0 y 3 % de la dieta) de grasa ruminalmente inerte (Megalac) en la dieta de engorda. En el Cuadro 1 se detallan las dietas utilizadas, las cuales se suministraron *ad libitum*, con un periodo de 13 días de adaptación. Las dietas de crecimiento y engorda se suministraron durante 42 y 95 días, respectivamente.

Las variables de respuesta fueron: ganancia diaria de peso y grados de rendimiento y de calidad de la canal(6). Las ganancias de peso se obtuvieron utilizando los pesos al inicio y final del experimento (promedios de peso de dos días consecutivos). El rendimiento y calidad de las canales se evaluaron 24 h después de su refrigeración. El grado de rendimiento (GdR) de la canal se calculó utilizando

carcass characteristics could be achieved. In this study, the effect on daily weight gain and on carcass yield and quality of two different sources of protein in the post-weaning phase and of the addition of supplementary ruminal inert fat to fattening diets of Charolais and Beefmaster bovines of both sexes was carried out.

This study was carried out at the Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro in Saltillo, Coah., at 1,742 meters above sea level, 25° 22' N latitude, 101° 00' W longitude and with a BS<sub>0</sub>kx'(e) climate(5). A total of 44 calves were used, 27 of the Charolais breed (11 males and 16 females) and 17 of the Beefmaster breed (9 males and 8 females), with an initial 264 ± 22 average days of age and 232 ± 23 kg average weight. These animals were previously provided with vitamins (A,D and E), wormed and deloused.

The following factors were studied: breed, sex, protein source in the post-weaning growth diet (cottonseed meal: low ruminal degradability, and soybean meal: high ruminal degradability), and rate (0 and 3 %) of ruminal inert fat (Megalac) in the fattening diet. In Table 1 are shown in detail the diets used, which were administered *ad libitum* following a 13 day adaptation period. The growth and the fattening diets were administered respectively for 42 and 95 d.

The response variables were: daily weight gain and carcass yield grade and quality(6). Weight gains were obtained by subtracting the initial weight from the final weight (average weights of two successive days). Carcass quality was determined after 24 h exposure in the refrigerating chamber. Carcass yield grade (CYG) was calculated by means of the following formula(7):

$$\text{CYG} = 2.5 + 2.5 (\text{cover fat, in tenth of inches}) + 0.2 (\text{kidney, pelvis and heart fat, as a percentage of fresh carcass weight, in lb}) - 0.32 (\text{long dorsal muscle area at the twelfth dorsal rib, in square inches}).$$

In this formula, cover or dorsal fat thickness was taken at a point equal to ¾ of the total length, starting from the spine, of the long dorsal muscle.

Cuadro 1. Composición de las dietas para crecimiento y engorda de bovinos Charolais y Beefmaster y sus niveles de proteína y grasa ruminalmente inerte

Table 1. Composition of growth and fattening diets for Beefmaster and Charolais bovines and their protein and ruminal inert fat levels

Ingredient (%)*	Growth (42 days)		Fattening (95 days)	
	Cottonseed	Soybeans	Inert Fat	
			0 %	3 %
Sorghum	43.5	44.5	61.0	58.0
Cottonseed meal (41)	9.0	-	1.0	1.0
Soybeans meal (44)	-	8.0	-	-
Oats hay	15.0	15.0	10.0	10.0
Cotton husks	15.0	15.0	10.0	10.0
Megalac**	-	-	-	3.0
Calculated protein and energy analysis:				
DM, %	89.0	89.0	89.0	89.0
NEm, Mcal/kg	1.5	1.5	1.6	1.7
NEg, Mcal/kg	0.9	0.9	1.0	1.0
CP, %	12.2	12.2	9.3	9.0
Bypass protein, %	3.6	3.1	1.9	1.9
CF, %	15.9	15.3	11.14	11.04

\*All diets contained: 15% bran, 1% calcium carbonate, 0.8% salt, 0.5 a 1% sodium bicarbonate and 0.2% trace minerals.

\*\*Ruminal inert fat.

DM= Dry Matter; NEm= Maintenance net energy; NEg= Weight gain net energy; CP= Crude protein; CF= Crude fiber.

la siguiente fórmula<sup>(7)</sup>:

$GdR = 2.5 + 2.5$  (grasa de cobertura, en décimas de pulgada) + 0.2 (grasa en riñón, pelvis y corazón, como porcentaje del peso de la canal caliente) + 0.0038 (peso de la canal caliente, en libras) - 0.32 (área del músculo largo dorsal en la doceava costilla, en pulgadas cuadradas).

En la fórmula anterior, la grasa de cobertura o dorsal se midió en el punto que correspondió a los tres cuartos, a partir de la columna vertebral, de la longitud del músculo largo dorsal. La grasa en riñón, pelvis y corazón fue estimada subjetivamente por una persona con entrenamiento en evaluación de canales. El peso de la canal se obtuvo inmediatamente después del sacrificio de los animales, y el área del músculo largo dorsal se calculó con una plantilla cuadrículada. La calidad de la canal se determinó

Fat in kidneys, pelvis and heart was estimated subjectively by a person trained in carcass assessment. Carcass weight was determined immediately after sacrifice and the long dorsal muscle area was calculated with a squared template. Carcass quality was determined through the Coahuila State Beef and Livestock Grading System<sup>(8)</sup>. The variables daily weight gain and carcass yield grade (with normal distribution) were analyzed through a completely randomized experimental design with a factorial 2<sup>4</sup> arrangement of treatments, unbalanced, and using the initial live weight as a covariable. With these two variables, once standardized, a multivariate variance analysis was carried out. The carcass grade quality didn't show a normal distribution, and because of that, the analysis of the factors being studied was carried out through contingency tables (Chi square). Also, correlations

utilizando el Sistema de Clasificación de Ganado y Carnes del estado de Coahuila<sup>(8)</sup>.

Las variables: ganancia diaria de peso y grado de rendimiento (con distribución normal) se analizaron por medio de un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2<sup>4</sup> no balanceado, utilizando el peso vivo inicial de los animales como covariable. Con estas dos variables, una vez estandarizadas, también se realizó un análisis de varianza multivariado. La variable grado de calidad de la canal no se distribuyó normalmente, por lo que el análisis de los factores estudiados se realizó por tablas de contingencia (Ji cuadrada). Además, se estimaron las correlaciones entre las variables de respuesta.

La raza y el sexo afectaron la ganancia diaria de peso ( $P < 0.05$ ); sin embargo, debido a que la interacción raza x sexo x fuente de proteína resultó significativa ( $P < 0.05$ ) en la etapa de crecimiento, se procedió a probar estadísticamente los efectos simples (Cuadro 2); los machos de ambas razas presentaron ganancias diarias de peso similares con

between response variables were estimated.

Breed and sex had effect on daily weight gain ( $P < 0.05$ ). However, owing to the fact that the interaction breed x sex x protein source was significant ( $P < 0.05$ ) for the post-weaning phase, a statistics test of the simple effects was carried out (Table 2). Males of both breeds showed similar DWG for the soybeans diet, but the Charolais showed higher DWG ( $P < 0.05$ ) with the cottonseed diet. On the other hand, DWG for females of both breeds were similar across protein sources for their growth diets.

The main effects: breed (Charolais:  $1.5 \pm 0.1$  vs Beefmaster:  $2.0 \pm 0.1$ ); sex (males:  $1.5 \pm 0.1$  vs females:  $2.1 \pm 0.1$ ); protein sources in growth diets (cottonseed:  $1.6 \pm 0.1$  vs soybeans:  $1.9 \pm 0.1$ ) affected carcass yield grade ( $P < 0.05$ ).

The multivariate variance analysis for DWG and carcass yield grade (CYG) showed a significant ( $P < 0.05$ ) advantage for the Charolais breed

Cuadro 2. Promedios ajustados por cuadrados mínimos de la ganancia diaria de peso (kg) de bovinos Charolais y Beefmaster alimentados con dietas con dos fuentes de proteína (Media  $\pm$  EE)

Table 2. Adjusted least squares for daily weight gain (kg) of Charolais and Beefmaster calves fed with diets based on two sources of protein (Means  $\pm$  SE)

	Charolais		Beefmaster		Average
	Cottonseed	Soybeans	Cottonseed	Soybeans	
Males:					
Initial weight	246 $\pm$ 5	244 $\pm$ 8	247 $\pm$ 7	248 $\pm$ 6	246 $\pm$ 3
Final weight	451 $\pm$ 6	426 $\pm$ 11	410 $\pm$ 13	436 $\pm$ 9	430 $\pm$ 6
DWG	1.49 $\pm$ 0.06 <sup>a</sup>	1.33 $\pm$ 0.06 <sup>ab</sup>	1.19 $\pm$ 0.06 <sup>b</sup>	1.40 $\pm$ 0.08 <sup>ab</sup>	1.35 $\pm$ 0.03*
Females:					
Initial weight	217 $\pm$ 7	214 $\pm$ 8	231 $\pm$ 15	232 $\pm$ 10	221 $\pm$ 5
Final weight	394 $\pm$ 8	389 $\pm$ 12	396 $\pm$ 16	385 $\pm$ 15	391 $\pm$ 6
DWG	1.30 $\pm$ 0.05 <sup>a</sup>	1.28 $\pm$ 0.05 <sup>a</sup>	1.20 $\pm$ 0.07 <sup>a</sup>	1.12 $\pm$ 0.07 <sup>a</sup>	1.22 $\pm$ 0.03*
Average:					
Initial weight	227 $\pm$ 5	240 $\pm$ 5	232 $\pm$ 3		
Final weight	410 $\pm$ 7	407 $\pm$ 8	409 $\pm$ 5		
DWG	1.35 $\pm$ 0.03 <sup>a</sup>	1.23 $\pm$ 0.04 <sup>b</sup>	1.29 $\pm$ 0.02		

ab Means showing different literals within rows are different ( $P < 0.05$ ).

\* Sex effect is significant ( $P < 0.05$ ) for daily weight gain (DWG).

la dieta conteniendo soya, pero los Charolais presentaron mayores ( $P < 0.05$ ) aumentos de peso con la dieta que contenía harinolina. Por otra parte, los aumentos de peso de las hembras de las dos razas fueron similares, respecto a la fuente de proteína en sus dietas de crecimiento.

Los efectos principales: raza (Charolais:  $1.5 \pm 0.1$  vs Beefmaster:  $2.0 \pm 0.1$ ), sexo (machos:  $1.5 \pm 0.1$  vs hembras:  $2.1 \pm 0.1$ ) y fuente de proteína en las dietas de crecimiento (harinolina:  $1.6 \pm 0.1$  vs soya:  $1.9 \pm 0.1$ ) afectaron ( $P < 0.05$ ) el grado de rendimiento de la canal.

El análisis de varianza multivariado para ganancia diaria de peso y grado de rendimiento de la canal indicó superioridad ( $P < 0.05$ ) para la raza Charolais ( $1.35 \pm 0.03$  kg/día,  $1.6 \pm 0.11$  GdR) respecto a la Beefmaster ( $1.23 \pm 0.04$  kg/día,  $2.0 \pm 0.15$  GdR) y los machos fueron mejores ( $1.35 \pm 0.03$  kg/día,  $1.4 \pm 0.15$  GdR) que las hembras ( $1.22 \pm 0.03$  kg/día,  $2.1 \pm 0.13$  GdR) al mismo nivel de significancia.

La calidad de la canal fue afectada sólo por la raza ( $P < 0.05$ ). Así, los animales Charolais tuvieron 7, 74 y 19 % de canales estándar, buenas y selectas, respectivamente, lo cual difirió de los Beefmaster que mostraron 47, 47 y 6 % de las categorías mencionadas.

De las correlaciones entre las variables de respuesta, la única significativa ( $P < 0.05$ ) fue entre grados de rendimiento y de calidad de la canal ( $r = 0.42$ ). Por otra parte, se observaron correlaciones ( $P < 0.05$ ) entre ganancia diaria de peso durante los primeros 42 días de alimentación de los animales y el grado de rendimiento de sus canales ( $r = -0.41$ ), y entre la ganancia diaria de peso durante los últimos 95 días de alimentación y la calidad de las canales ( $r = 0.34$ ). El nivel de suplementación con grasa de paso no afectó ninguna de las variables analizadas.

Considerando las ganancias de peso, la mayor concentración de proteína de paso de la harinolina (en dietas con 0.9 Mcal de energía neta para ganancia en peso) sólo resultó ventajosa para los animales con mayor potencial de crecimiento, es decir, los machos de la raza Charolais. En otras

( $1.35 \pm 0.03$  kg day<sup>-1</sup> DWG,  $1.6 \pm 0.11$  CYG) relative to the Beefmaster breed ( $1.23 \pm 0.04$  kg day<sup>-1</sup> DWG,  $2.0 \pm 0.15$  CYG) and males ( $1.35 \pm 0.03$  kg day<sup>-1</sup> DWG,  $1.4 \pm 0.15$  CYG) showed better results than the females ( $1.22 \pm 0.03$  kg day<sup>-1</sup> DWG,  $2.1 \pm 0.13$  CYG) at the same significance level ( $P < 0.05$ ).

Carcass quality was affected only by breed ( $P < 0.05$ ) thus Charolais obtained 7, 74 and 19 % of standard, select and choice carcasses, while values for Beefmaster were 47, 47 and 6 %.

Regarding correlations between response variable, the only one of significance ( $P < 0.05$ ) was for yield grade and carcass quality ( $r = 0.42$ ). On the other hand, correlations ( $P < 0.05$ ) between DWG for the first 42 days (growth) and CYG ( $r = 0.41$ ) and between DWG for the last 95 days (fattening) and CYG ( $r = 0.34$ ) were observed. Supplementation levels of bypass fat didn't affect any of the variables being analyzed.

Taking into account DWG, the higher bypass protein concentration of cottonseed meal (in diets providing 0.9 Mcal net energy for weight gain) was favorable only for those animals with a higher growth potential, that is to say, the Charolais males. Microbial protein seems to be enough for animals with a DWG of  $1.49$  kg day<sup>-1</sup>. On the other hand, for the Charolais breed, males, and cottonseed meal resulted in a higher carcass yield, and therefore in a thinner fat coverage, as was to be expected<sup>(9,10)</sup>. In the joint analysis for DWG and CYG only effects for breed and sex were detected, thus reaffirming that both variables are determined by the animals' growth potential<sup>(11)</sup>.

With reference to carcass quality, the only effect detected was for breed, thus the Charolais obtained 93% of select and choice carcasses. This can only be attributed to the higher DWG achieved in the fattening phase, and that these gains are positively correlated to long dorsal muscle marbling<sup>(12)</sup>.

On the other hand, the low percentage of choice carcasses observed in this study, as well as the acceptable yield grades obtained, can only be attributed to the animals' youth (< 15 months), whose carcasses

palabras, la proteína microbial parece ser suficiente para satisfacer los requerimientos de animales con ganancias de peso inferiores a 1.49 kg/día. Por otra parte, en la raza Charolais, los animales machos y la harinolina promovieron un mejor rendimiento de la canal y, por lo tanto un menor engrasamiento, como era de esperarse<sup>(9,10)</sup>. En el análisis conjunto de la ganancia de peso y grado de rendimiento de la canal sólo se detectaron efectos de raza y sexo, lo cual reafirma que ambas variables están determinadas por el potencial de crecimiento de los animales<sup>(11)</sup>.

Con respecto a la calidad de las canales, el único efecto detectado fue el de raza; así, los Charolais lograron el 93 % de canales buenas y selectas; esto puede atribuirse a que dichos animales tuvieron mejores ganancias de peso durante la etapa de engorda, y a que estas ganancias están correlacionadas positivamente con el grado de marmoleo del músculo largo dorsal de los animales<sup>(12)</sup>.

Por otra parte, los relativamente bajos porcentajes de canales selectas observados en este estudio, así como los aceptables grados de rendimiento obtenidos, pueden ser atribuidos a la juventud de los animales al sacrificio (menos de 15 meses), cuyas canales tuvieron 245 kg en promedio, con espesor de grasa dorsal de 0.17 cm y área del ojo de la costilla de 72 cm<sup>2</sup>.

La adición de 3 % de grasa de paso a dietas de finalización a base de sorgo, no representó ninguna ventaja en relación con las variables estudiadas. Estos resultados, al igual que otros mencionados en la literatura<sup>(13,14,15,16)</sup>, indican que la ganancia de peso ni el rendimiento y calidad de las canales de los animales mejoran con niveles de grasa de paso suplementaria como los empleados en estos trabajos, a diferencia de lo indicado con otro tipo de grasas<sup>(17,18,19,20)</sup>.

Las correlaciones lineales simples estimadas entre las variables de la calidad de la canal y del crecimiento confirman lo registrado por otros autores<sup>(21,22)</sup>, es decir, que la calidad (marmoleo) y el rendimiento de la canal están inversamente relacionados, y que el rendimiento de una canal está directamente determinado por las ganancias de

weighed 245 kg on average, with 0.17 cm dorsal fat thickness and 72 cm<sup>2</sup> rib eye area.

Addition of 3 % bypass fat to finishing diets based on sorghum, showed no advantages relative to the variables being studied. These results, as well of others mentioned in bibliography<sup>(13,14,15,16)</sup>, indicate that neither DWG nor carcass yield and quality show improvement with supplementary bypass fat rates as those used in this study, different to what has been described for other types of fats<sup>(17,18,19,20)</sup>.

Simple correlations estimated for carcass quality and growth confirm what has been described by other authors<sup>(21,22)</sup>, that is to say, that quality (marbling) and carcass yield are related in reverse order, and that carcass yield is determined by DWG in the growth stage, but that quality is associated to DWG in the finishing phase<sup>(23)</sup>.

In conclusion, the Charolais breed and the bull calves showed a better productive performance. The higher amount of bypass protein in the growth diet impacts positively on CYG and in DWG of Charolais males. Ruminal inert fat (3 % of the total diet) doesn't show an effect neither on DWG nor on carcass yield and quality

*End of english version*

peso en los animales durante la etapa de crecimiento, pero que el grado de calidad está asociado a las ganancias de peso durante la etapa de engorda<sup>(23)</sup>.

En conclusión, la raza Charolais y los animales machos enteros destacaron por su comportamiento productivo. La mayor cantidad de proteína sobrepasante en la dieta de crecimiento se manifiesta positivamente en el grado de rendimiento de las canales y en la ganancia de peso de los machos de la raza Charolais. La grasa ruminalmente inerte (3 % de la dieta) no tiene efecto sobre la ganancia diaria de peso ni sobre el rendimiento o calidad de la canal.

## LITERATURA CITADA

1. Hungate RE. The rumen and its microbes. New York: Academic Press; 1966.
2. ARC. The nutrient requirement of ruminant livestock. London: Commonwealth Agricultural Bureau; 1980.
3. Espinoza SJJ, Espinoza SR. Algunos factores que afectan la degradabilidad ruminal de la proteína. En: García CR editor. Tercera reunión bianual de nutrición animal; Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coah. 1990:23-27.
4. NRC. Nutrient requirements of dairy cattle. 6th ed. Washington, DC: National Academic Press; 1989.
5. Tamayo J. Geografía moderna de México. 9a ed. México: Trillas; 1981.
6. NLSMB. Meat evaluation handbook. Chicago (Ill): National Livestock and Meat Board; 1988.
7. USDA. Official United States standards for grades of carcass beef. Washington DC: USDA Agricultural Marketing Service. 1996.
8. Garza CH, Preciado GE. Servicio de clasificación de carnes. Secretaría de Desarrollo Rural del estado de Coahuila, Saltillo, Coah. 1992.
9. Hammack SP. Improving carcass merit through conventional genetic selection. Texas A&M Research and Extension Center, Stephenville, Tx. 1995:3.
10. Jasso PJJ. Factores relacionados con el grado de calidad y grado de rendimiento de canales de novillos jóvenes [tesis licenciatura]. Saltillo, Coah., México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro; 1994.
11. Griffin DB, Savell JW, Morgan JB, Garret RP, Cross HR. Estimates of subprimal yield from beef carcasses as affected by USDA grades, subcutaneous fat, trim level, and carcass sex class and type. *J Anim Sci* 1992;70:2411.
12. Cole JW, Ramsey S, Hobbs S, Temple RS. Effects of type and breed of British, Zebu and dairy cattle on production, palatability, and composition 1. Rate of gain, feed efficiency and factors affecting market value. *J Anim Sci* 1963;22:702.
13. Ngidi ME, Loerch SC, Fluharty FL, Palmquist DL. Effects of calcium soaps of long-chain fatty acids on feedlot performance, carcass characteristics and ruminal metabolism of steers. *J Anim Sci* 1990;68:2555.
14. Hill GM, West JW. Rumen protected fat in Kline barley or corn diets for beef cattle: digestibility, physiological, and feedlot responses. *J Anim Sci* 1991;69:3376.
15. Fluharty FL, Loerch SC. Effects of concentration and source of supplemental fat and protein on performance of newly arrived feedlot steers. *J Anim Sci* 1997;75:2308.
16. Basurto GR, Garza FJD. Efecto de la inclusión de grasa o proteína de escape ruminal en el comportamiento de toretes Brahman en engorda. *Téc Pecu Méx* 1998;36:35.
17. Zinn RA. Influence of level and source of dietary fat on its comparative feeding value in finishing diets for steers: feedlot cattle growth and performance. *J Anim Sci* 1989;67:1029.
18. Brandt RT, Anderson SJ. Supplemental fat source affects feedlot performance and carcass traits of finishing yearling steers and estimated diet net energy value. *J Anim Sci* 1990;68:2208.
19. Bartle SJ, Preston RL, Miller MF. Dietary energy source and density: effects of roughage source, roughage equivalent, tallow level, and steer type on feedlot performance and carcass characteristics. *J Anim Sci* 1994;72:1943.
20. Zinn RA, Plascencia A. Effects of forage on the comparative feeding value of supplemental fat in growing-finishing diets for feedlot cattle. *J Anim Sci* 1996;74:1194.
21. Smith GC, Dolezal HG, Savell JW. National beef quality audit -1995, brief overview. College Station (Tx): <http://meat.tamu.edu/nbqa.html>, 2000.
22. Hammack SP. Genetics for quality and consistency - adjusting to the national beef quality audit. Texas A&M Research and Extension Center, Stephenville, Tx. 1995.
23. Lorenzen CL, Hale DS, Griffin DB, *et al.* National beef quality audit: survey of producer-related defects and carcass quality attributes. *J Anim Sci* 1993;71:1495.