

Técnica Pecuaria en México  
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias  
rodriguez.oscar@inifap.gob.mx  
ISSN (Versión impresa): 0040-1889  
MÉXICO

2006

Guillermo Martínez Velázquez / José de Jesús Bustamante Guerrero / José Antonio  
Palacios Fránquez / Moisés Montaña Bermúdez  
EFECTOS RACIALES Y HETEROSIS MATERNA CRIOLLO-GUZERAT PARA  
CRECIMIENTO POSDESTETE Y CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL  
*Técnica Pecuaria en México*, enero-abril, año/vol. 44, número 001  
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias  
México, México  
pp. 107-118

# Efectos raciales y heterosis materna Criollo-Guzerat para crecimiento posdestete y características de la canal

## Breed effects and Criollo-Guzerat maternal heterosis for postweaning growth and carcass traits

Guillermo Martínez Velázquez<sup>a</sup>, José de Jesús Bustamante Guerrero<sup>a</sup>, José Antonio Palacios Fránquez<sup>a</sup>, Moisés Montaña Bermúdez<sup>b</sup>

### RESUMEN

Para estimar efectos raciales de abuelas y abuelos Criollo y Guzerat, así como heterosis materna (HM) Criollo-Guzerat sobre el comportamiento en engorda y características de la canal, se usaron crías de vacas Criollo (C, n=8), Guzerat (G, n=20), Criollo-Guzerat (CG, n=18) y Guzerat-Criollo (GC, n=6). Se evaluó peso al inicio de engorda (PIP), peso al año de edad (PAE), peso al final de engorda (PEFIP), ganancia diaria (GADIP), eficiencia alimenticia (EFALI), área del ojo de la costilla (AOC), grasa de cobertura (GRC), peso de canal caliente (PCC), porcentaje de rendimiento en canal (PRC), grasa en riñón y pelvis (RP), grado de rendimiento de canal (GR), porcentaje de rendimiento en cortes (RC) y porcentaje total de cortes al menudeo (PTC). La información se analizó con PROC GLM de SAS. Los modelos para PIP, PAE, PEFIP, GADIP y EFALI incluyeron los efectos fijos de sexo (S), año de engorda, raza del padre de la vaca (R1) y raza de la madre de la vaca (R2). Para AOC, GRC, PCC, PRC, RP, GR, RC y PTC los modelos incluyeron R1, R2 y S. Diferencias entre abuelos favorecieron ( $P < 0.10$ ) a Guzerat para PIP ( $29.6 \pm 8.6$  kg), PAE ( $44.6 \pm 11.9$  kg), PEFIP ( $41.0 \pm 13.7$  kg), AOC ( $2.25 \pm .47$  pulgadas<sup>2</sup>), PCC ( $46.58 \pm 11.0$ ) y PRC ( $3.15 \pm .83$  %). Diferencias entre abuelas favorecieron ( $P < 0.10$ ) a Criollo para EFALI ( $0.01 \pm .004$  kg), AOC ( $2.20 \pm .61$  pulgadas<sup>2</sup>) y PCC ( $39.02 \pm 14.4$  kg). HM influyó ( $P < 0.10$ ) sobre AOC ( $1.18 \pm .47$  pulgadas<sup>2</sup>) y RP ( $-3.88 \pm 0.99$  kg). Las diferencias raciales sugieren que vacas GC son mejores que vacas CG para producir becerros en Nayarit.

**PALABRAS CLAVE:** Bovinos carne, Criollo, Efectos raciales, Heterosis materna, Engorda.

### ABSTRACT

Records from 52 calves born in Nayarit, México, were used to evaluate breed effects and Criollo-Guzerat maternal heterosis (MH) on feedlot performance and carcass traits. Progeny was born from Angus sires and Criollo (C, n=8), Guzerat (G, n=20), Criollo-Guzerat (CG, n=18), and Guzerat-Criollo (GC, n=6) cows. Response variables were initial weight (PIP), yearling weight (PAE), final weight (PEFIP), average daily gain (GADIP), feed efficiency (EFALI), rib eye (AOC), rib fat thickness (GRC), hot carcass weight (PCC), dressing percentage (PRC), kidney and pelvic fat (RP), yield grade (GR), cutability (RC), and retail yield (PTC). Analyses were carried out with the GLM procedure of SAS. Statistical Models for PIP, PAE, PEFIP, GADIP and EFALI included the fixed effects of sex of calf (S), year of trial, breed of sire of the cow (R1) and breed of dam of the cow (R2). Fixed effects fitted to models for AOC, GRC, PCC, PRC, RP, GR, RC y PTC were S, R1 and R2. Grandpaternal differences for breed effects were favorable ( $P < 0.10$ ) to Guzerat for PIP ( $29.6 \pm 8.6$  kg), PAE ( $44.6 \pm 11.9$  kg), PEFIP ( $41.0 \pm 13.7$  kg), AOC ( $2.25 \pm .47$  inches<sup>2</sup>), PCC ( $46.58 \pm 11.0$ ) and PRC ( $3.15 \pm .83$  %). Grandmaternal differences for breed effects were favorable ( $P < 0.10$ ) to Criollo for EFALI ( $0.01 \pm .004$  kg), AOC ( $2.20 \pm .61$  inches<sup>2</sup>) and PCC ( $39.02 \pm 14.4$  kg). HM was important ( $P < 0.10$ ) for AOC ( $1.18 \pm .47$  inches<sup>2</sup>) and RP ( $-3.88 \pm 0.99$  kg). Grandpaternal and grandmaternal differences for breed effects suggest that GC cows are better than CG cows to produce calves for feedlot in Nayarit.

**KEY WORDS:** Beef cattle, Criollo, Breed effects, Maternal heterosis, Feedlot.

Recibido el 20 de enero de 2005 y aceptado para su publicación el 8 de agosto de 2005.

a Campo Experimental "El Verdineño", Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Edificio SAGARPA Av. Insurgentes # 1050 Ote. Col. Menchaca 63150 Tepic, Nayarit, México. Teléfono y fax (323) 23 47800. martinez.guillermo@inifap.gob.mx gmv1us@yahoo.com. Correspondencia al primer autor.

b CENID-Fisiología, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

Proyecto CONACYT # 108011-5-139320-B.

Un componente importante a evaluar para estimar la rentabilidad en la producción de carne bovina, es el crecimiento de las crías desde el nacimiento hasta el sacrificio. Lo anterior significa que la producción de bovinos para carne, también requiere animales con un óptimo crecimiento posdestete y un buen rendimiento en canal, además de la eficiencia reproductiva buscada en el sistema vaca-cría. En cuanto al crecimiento posdestete, es importante evaluar el efecto de la heterosis materna sobre el comportamiento de sus crías durante la etapa en corral de engorda. Lo anterior considerando que existen resultados contradictorios en cuanto al efecto negativo<sup>(1,2)</sup> o positivo<sup>(3,4)</sup> del incremento en la producción de leche de las vacas sobre la eficiencia hasta el peso al sacrificio de las crías.

En Nayarit cerca de dos millones de hectáreas de la superficie estatal se dedican a la producción ganadera, existiendo un inventario de 692,000 cabezas de bovinos para carne<sup>(5)</sup>. La producción de becerros al destete es el sistema predominante en la entidad, exportando anualmente alrededor de 70,000 becerros para su engorda en otros estados de la república, a pesar de que en el estado se producen cantidades importantes de esquilmos y subproductos agroindustriales, los cuales ayudarían a desarrollar la fase de engorda y finalización en corral, y así tener el ciclo completo en la producción de carne bovina.

La información generada hasta la fecha en el Campo Experimental "El Verdineño" (INIFAP-SAGARPA), ubicado en Nayarit, sugiere que el ganado Criollo puede ser una alternativa importante, como raza materna, en los sistemas de producción de becerros para engorda<sup>(6,7,8,9)</sup>. Sin embargo, los resultados obtenidos hasta ahora se refieren, principalmente, a indicadores productivos en la etapa vaca-cría, por lo que se requiere también agregar información durante la etapa en corral de engorda acerca del rol de los efectos genéticos directos, maternos, de abuelas y la posible influencia de la heterosis materna sobre la etapa mencionada. Lo anterior, para tener una mejor caracterización del ganado Criollo y así determinar su posible contribución en los sistemas de producción de carne

Evaluation of calf growth from birth to slaughter is vital to estimating bovine meat production profitability. Beef cattle production also requires animals with optimum postweaning growth and good carcass yield, as well as a reproductively efficient cow-calf system. An important element in postweaning growth is the effect of maternal heterosis on calf feedlot performance, as there are contradictory results on the negative<sup>(1,2)</sup> or positive<sup>(3,4)</sup> effect of cows' increasing milk production on calves' growth efficiency to slaughter weight.

About two million hectares are under cattle production in the state of Nayarit, Mexico, with approximately 692,000 head of beef cattle<sup>(5)</sup>. The main cattle activity in the state is production of about 70,000 weaned calves annually for export to other states in Mexico for growing. This system predominates despite the fact that the state produces significant amounts of grain harvests and agroindustrial subproducts that could be applied in the feedlot growth and finishing stage and thus complete the beef cattle production cycle in-state.

Information generated to date at the El Verdineño Experimental Farm (INIFAP-SAGARPA) in Nayarit suggests that Criollo cattle may be a useful alternative as a maternal breed in feedlot calf production systems<sup>(6,7,8,9)</sup>. However, most reports refer to cow-calf stage production indicators and more data is needed from the feedlot stage on the role of direct, maternal and grandmaternal genetic effects as well as the possible influence of maternal heterosis in this stage. This would provide a better characterization of Criollo cattle and determine its possible contribution to beef cattle production systems. Given the above, the study objective was to estimate the difference between Criollo and Guzerat grandmaternal and grandpaternal breed effects, as well as the effect of maternal heterosis on calf feedlot performance and carcass traits.

#### *Experimental animals*

Two groups of animals were used: one with 28 calves born between 15 December 2000 and 20 February 2001; and a second of 24 calves born between 12 January and 19 February 2003. Calves

bovina. Considerando lo anterior, el objetivo del presente estudio fue estimar diferencias entre efectos raciales de abuelas y abuelos Criollo y Guzerat, además de estimar la heterosis materna de vacas Criollo-Guzerat sobre el comportamiento de sus crías en corral de engorda y para características de la canal.

#### *Manejo de los animales*

Se tuvieron dos grupos de animales: en el primero se incluyeron 28 crías nacidas entre el 15 de diciembre del 2000 y el 20 de febrero del 2001 y en el segundo grupo se incluyeron 24 crías nacidas entre el 12 de enero y el 19 de febrero del 2003. Las crías nacieron de vacas Criollo (C, n=8), Guzerat (G, n=20), Criollo-Guzerat (CG, n=18) y Guzerat-Criollo (GC, n=6) inseminadas con sementales Angus (A). Las vacas y sus crías se mantuvieron en pastoreo en praderas de pasto llanero (*Andropogon gayanus*), con suplementación a base de melaza-urea y minerales durante los meses de abril y mayo en los años 2001 y 2003. Ambos grupos se alimentaron entre el 1 de octubre (años 2001 y 2003) y el 27 de marzo (años 2002 y 2004). Las crías se destetaron a los 7 meses de edad, en promedio. Antes de iniciar con cada etapa experimental los animales se desparasitaron interna y externamente, recibiendo también una aplicación parenteral de vitaminas ADE. En el segundo grupo, los machos se implantaron con un anabólico no esterooidal. Los animales se alojaron en ocho corraletas (dos corraletas por grupo genético en cada grupo, una de machos y otra de hembras).

#### *Alimentación*

En cada grupo, durante los primeros nueve días se substituyó gradualmente la dieta ordinaria (forraje) por una dieta integral, ofreciéndose una mezcla de pasto Pará y dieta integral, iniciando con una proporción 70:30, para finalizar con una proporción de 100 % de dieta integral. Una vez adaptados a la dieta, ésta se ofreció a libre consumo considerando un 10 % de rechazo diario, en promedio. La fase 1 (etapa de crecimiento) comprendió de 200 a 300 kg de peso corporal y se ofreció una dieta integral con un contenido de 13 % de proteína cruda (PC), 1.45 Mcal de ENm y 0.87 Mcal de ENg por kg

were born of Criollo (C, n=8), Guzerat (G, n=20), Criollo-Guzerat (CG, n=18) and Guzerat-Criollo (GC, n=6) cows inseminated by Angus (A) sires. Cows and calves were left to graze in Gamba grass (*Andropogon gayanus*) pastures and given a molasses-urea-minerals supplement from April to May of 2001 and 2003. Both groups were fed between 1 October (2001 and 2003) and 27 March (2002 and 2004). Calves were weaned at an average of seven months of age. Before beginning each experimental stage the animals were externally and internally deparasitized, and given a parenteral application of ADE vitamins. The males in the second group were implanted with a non-anabolic steroid. Animals were housed in eight corrals with two corrals per genetic group, one for males and another for females, within each overall group.

#### *Feeding*

During the first nine days, ordinary diet (forage) was gradually substituted with a whole diet by offering a mix of Para grasses and the whole diet at an initial ratio of 70:30 and finishing at 100 % whole diet. Once the calves were adapted to the whole diet it was offered ad libitum accounting for an average 10 % rejection per day. During the growth stage (stage 1, 200 to 300 kg body weight), a whole diet of 13 % crude protein (CP), 1.45 Mcal ENm and 0.87 Mcal ENg/kg DM was offered. During the second stage (finishing, 300 kg to 400 kg body weight), the calves were given a second complete diet with 11 % CP, 1.46 Mcal ENm and 0.88 ENg/kg DM. Both diets were formulated to maintain an average daily weight gain of 1.1 kg.

#### *Traits and statistical analysis*

Measurements for both groups during the growth period included: initial weight (PIP); yearling weight (PAE); final weight (PEFIP); average daily weight gain (GADIP); and feed efficiency (EFALI), measured as kilograms of body weight gained during the test period divided by kilograms of feed intake in the same period. Body weight was measured every 28 d by weighing at the same time in the morning without a previous fast and before receiving the day's feed ration.

de materia seca. Para la fase 2 (etapa de finalización, de 300 a 400 kg de peso corporal) los becerros recibieron una segunda dieta integral con un contenido de 11 % de PC, 1.46 Mcal ENm y 0.88 ENg/kg MS. Las dietas se formularon para mantener una ganancia de peso corporal de 1.1 kg/día, en promedio.

#### *Características y análisis estadístico*

En ambos grupos, las mediciones comunes fueron peso al inicio de la engorda (PIP), peso al año de edad (PAE), peso al final de la engorda (PEFIP), ganancia diaria promedio durante la engorda (GADIP) y eficiencia alimenticia (EFALI), la cual fue medida como kilogramos de peso corporal ganados durante el periodo de prueba, divididos entre los kilogramos de alimento consumido durante el mismo período. El registro de los cambios de peso corporal se realizó cada 28 días, pesando a la misma hora sin previo ayuno durante la mañana antes de recibir la ración del día.

En los animales del segundo grupo también se midió el área del ojo de la costilla (AOC), grasa de cobertura (GRC), peso de la canal caliente (PCC), porcentaje de rendimiento en canal (PRC), grasa en riñón y pelvis (RP), grado de rendimiento de la canal (GR), porcentaje de rendimiento en cortes primarios (RC) y porcentaje total de cortes al menudeo (PTC). GR se estimó como sigue:  $GR = 2.5 + (2.5 \times \text{capa de grasa de cobertura (grc), pulgadas}) + (0.20 \times \% \text{ de grasa en riñón y pelvis (rp)}) + (0.0038 \times \text{peso de la canal caliente (cc), libras}) - (0.32 \times \text{área del ojo de la costilla (re), pulgadas}^2)$ , RC se estimó como sigue:  $RC = 51.34 - (5.784 \times \text{grc}) - (0.462 \times \text{rp}) - (0.0093 \times \text{cc}) + (0.74 \times \text{re})$  y PTC se estimó como sigue:  $PTC = (RC \times 2) - 25^{(10)}$ .

La información se analizó con el procedimiento de modelos lineales generales del paquete estadístico SAS<sup>(11)</sup>. El modelo para PIP, PAE, PEFIP, GADIP y EFALI incluyó los efectos fijos de sexo de la cría (S), año de engorda (A), raza del padre de la vaca (R1) y raza de la madre de la vaca (R2). Para AOC, GRC, PCC, PRC, RP, GR, RC y PTC el modelo incluyó los efectos fijos de R1, R2, y S. Los análisis se repitieron utilizando el genotipo de

Animals in the second group were also measured for rib eye area (AOC); rib fat thickness (GRC), hot carcass weight (PCC), dressing percentage (PRC), kidney and pelvic fat (RP), yield grade (GR), cutability (RC), and retail yield (PTC). Yield grade was estimated as:  $GR = 2.5 + (2.5 \times \text{GRC, inches}) + (.20 \times \% \text{ RP}) + (.0038 \times \text{CC, pounds}) - (.32 \times \text{AOC, inches})$ . Cutability was estimated as:  $RC = 51.34 - (5.784 \times \text{GRC}) - (.462 \times \text{RP}) - (.0093 \times \text{CC}) + (.74 \times \text{AOC})$ . Retail yield was estimated as:  $PTC = (RC \times 2) - 25^{(10)}$ .

Data was analyzed using the general linear models procedure of the SAS statistics package<sup>(11)</sup>. The model for PIP, PAE, PEFIP, GADIP and EFALI included the fixed effects of calf sex (S), trial year (A), maternal grandsire breed (R1) and maternal granddam breed (R2). The model for AOC, GRC, PCC, PRC, RP, GR, RC and PTC included the effects of R1, R2 and S. Analyses were repeated using cow genotype instead of R1 and R2 to compare between calves from the cows of the four studied genotypes. The final models included two factors indicated as significant ( $P < 0.25$ ) in the preliminary analyses. Contrasts were used to estimate the difference between Criollo and Guzerat grandpaternal and grandmaternal breed effects, as well as maternal heterosis, with the following equations<sup>(12)</sup>:

$$A G = \mu_n + \frac{1}{2} (g_A^i + g_G^i) + g_G^M + g_G^N + h_{AG}^i$$

$$A C = \mu_n + \frac{1}{2} (g_A^i + g_C^i) + g_C^M + g_C^N + h_{AC}^i$$

$$A (G C) = \mu_n + \frac{1}{2} g_A^i + \frac{1}{4} (g_G^i + g_C^i) + \frac{1}{2} (g_G^M + g_C^M) + g_C^N + \frac{1}{2} (h_{AG}^i + h_{AC}^i) + h_{GC}^m$$

$$A (C G) = \mu_n + \frac{1}{2} g_A^i + \frac{1}{4} (g_C^i + g_G^i) + \frac{1}{2} (g_C^M + g_G^M) + g_G^N + \frac{1}{2} (h_{AC}^i + h_{AG}^i) + h_{CG}^m$$

Where:

A G and A C = are Angus sire and Guzerat or Criollo dam crosses,

A (G C) and A (C G) = Angus sire and F1 dam (reciprocal) crosses,

$\mu_n$  = general mean,

$g_A^i$ ,  $g_G^i$  and  $g_C^i$  = deviation from average direct

la vaca en lugar de R1 y R2, para hacer las comparaciones entre crías de vacas de los cuatro genotipos. Los modelos finales incluyeron las interacciones de dos factores que resultaron significativas ( $P < 0.25$ ) en los análisis preliminares. Se utilizaron contrastes para estimar las diferencias entre los efectos raciales de abuelos y abuelas Criollo y Guzerat, y también para estimar la heterosis materna, de acuerdo a los siguientes modelos<sup>(12)</sup>:

$$A G = \mu_n + \frac{1}{2} (g^i_A + g^i_G) + g^M_G + g^N_G + h^i_{AG}$$

$$A C = \mu_n + \frac{1}{2} (g^i_A + g^i_C) + g^M_C + g^N_C + h^i_{AC}$$

$$A (G C) = \mu_n + \frac{1}{2} g^i_A + \frac{1}{4} (g^i_G + g^i_C) + \frac{1}{2} (g^M_G + g^M_C) + g^N_C + \frac{1}{2} (h^i_{AG} + h^i_{AC}) + h^m_{GC}$$

$$A (C G) = \mu_n + \frac{1}{2} g^i_A + \frac{1}{4} (g^i_C + g^i_G) + \frac{1}{2} (g^M_C + g^M_G) + g^N_G + \frac{1}{2} (h^i_{AC} + h^i_{AG}) + h^m_{CG}$$

En donde:

AG y AC = son cruzas de sementales Angus y vacas Guzerat y Criollo,

A(GC) y A(CG) = son cruzas de sementales Angus y vacas F1 (cruzas recíprocas),

$\mu_n$  = media general,

$g^i_A$ ,  $g^i_G$  y  $g^i_C$  = desviación debida al efecto directo promedio de los genes del individuo, provenientes de la raza Angus, Guzerat o Criollo,

effect of individual genes from the Angus, Guzerat or Criollo breeds,

$g^M_G$  and  $g^M_C$  = deviation from average effects, via maternal environment, by Guzerat or Criollo maternal breed genes,

$g^N_G$  and  $g^N_C$  = deviation from average effects, via maternal environment, of grandmaternal Guzerat or Criollo that could affect maternal capacity of their progeny,

$h^i_{AG}$  and  $h^i_{AC}$  = deviation from increased average heterozygosis of F1 crosses with Angus paternal breed and Guzerat or Criollo maternal breed,

$h^m_{GC}$  and  $h^m_{CG}$  = deviation from increased average heterozygosis of F1 cross females, via maternal environment, that can affect progeny.

Thus, the A(CG) - A(GC) contrast was used to estimate the Guzerat and Criollo grandmaternal breed effects, while the [AG + A(GC) - A C - A (CG)]/2 contrast was used to estimate the differences between breeds including ¼ of the average direct effect of the individual (grandpaternal differences) plus ½ the maternal genetic effect, assuming similar individual heterosis values. Maternal heterosis was calculated with the [AG + A(GC) - A(CG) - A C]/2 contrast.

The PIP, PAE and PEFIP of calves from C cows was consistently lower ( $P < 0.10$ ) than the PIP of calves from G, CG and GC cows, with differences

Cuadro 1. Medias de cuadrados mínimos (kg) para algunos índices productivos de crías de toros Angus y vacas Guzerat (G), Criollo (C), Guzerat x Criollo (GC) y Criollo x Guzerat (CG)

Table 1. Least squares means (kg) for some productive indices of the calves of Angus sires and Guzerat (G), Criollo (C), Guzerat x Criollo (GC) and Criollo x Guzerat (CG) dams

Cow genotype	PIP	PAE	PEFIP	GADIP	EFALI
G	226.0±6.1 <sup>a</sup>	359.5±8.4 <sup>a</sup>	405.6±9.7 <sup>a</sup>	1.15±.04 <sup>a</sup>	0.105±.002 <sup>a</sup>
GC	206.7±10.7 <sup>ab</sup>	338.5±14.8 <sup>ab</sup>	388.6±17.1 <sup>ab</sup>	1.13±.06 <sup>a</sup>	0.114±.004 <sup>b</sup>
CG	208.9±6.5 <sup>b</sup>	329.5±8.9 <sup>b</sup>	377.1±10.4 <sup>b</sup>	1.07±.04 <sup>a</sup>	0.103±.002 <sup>a</sup>
C	164.6±10.8 <sup>c</sup>	279.4±14.9 <sup>c</sup>	335.2±17.2 <sup>c</sup>	1.09±.07 <sup>a</sup>	0.109±.004 <sup>ab</sup>

abc Different letter superscripts in the same column indicate significant difference ( $P < 0.10$ ).

PIP = initial weight; PAE = yearling weight; PEFIP = final weight; GADIP = average daily weight gain; EFALI = feed efficiency.

$g^M_G$  y  $g^M_C$  = desviación debida a los efectos promedio, a través del ambiente materno, por genes de madres de raza Guzerat o Criollo,

$g^N_G$  y  $g^N_C$  = desviación debida a los efectos promedio, a través del ambiente materno de las abuelas Guzerat o Criollo, que puede afectar la habilidad materna de sus hijas,

$h^i_{AG}$  y  $h^i_{AC}$  = desviación debida al incremento de la heterocigosis promedio de cruza F1 usando como raza paterna Angus y como raza materna Guzerat o Criollo.

$h^m_{GC}$  y  $h^m_{GC}$  = desviación debida al incremento de la heterocigosis promedio en hembras cruzadas F1 y que puede afectar, por medio del ambiente materno, a la progenie.

Así, para estimar las diferencias entre los efectos raciales de abuelas Guzerat y Criollo, se utilizó el contraste  $A(CG) - A(GC)$  mientras que con el contraste  $[AG + A(GC) - AC - A(CG)]/2$  se estimaron diferencias entre razas que incluyen  $\frac{1}{4}$  del efecto directo promedio de los genes del individuo (diferencias entre abuelos) más  $\frac{1}{2}$  del efecto genético materno, asumiendo valores similares de heterosis individual. La heterosis materna se calculó mediante el contraste  $[AG + A(GC) - A(CG) - AC]/2$ .

El PIP, PAE y PEFIP de crías de vacas C fue menor consistentemente ( $P < 0.10$ ) al PIP de crías

of up to 61.4, 80.1 and 70.4 kg in favor of G (Table 1). Initial weights higher than those in the present study have been reported for the calves of Brahman x Hereford<sup>(13)</sup>, Angus x Brahman and Brahman<sup>(14)</sup> cows. Mean GADIP in the present study was higher than weight gain reported for Mexican Criollo cattle finished in feedlots (0.980 kg)<sup>(15)</sup>.

The AOC, GRC, PCC, PRC and RP results (Table 2) show that the progeny of G and GC cows had higher ( $P < 0.10$ ) AOC and PCC yields than the progeny of CG and C cows. The progeny of C cows also had the lowest average PRC. No significant ( $P > 0.10$ ) differences were observed in GRC between the studied genotypes. For GR, RC and PTC, the G and CG cows produced calves that performed better than the calves of C cows. Other authors have reported similar values for GR in different breeds and crosses<sup>(14,16)</sup>. Meat Animal Research Center (MARC-USDA) results, in contrast, show GR's of 3.47, 3.44, 3.25, 3.04 and 2.35 (at a fixed age of 444 d) for the calves of Hereford, Angus and MARC III cows<sup>(17)</sup>. Average RC values in the present study were higher than those reported for Brahman feedlot heifers and bullocks<sup>(18)</sup>, and higher than reported for heifers and bullocks grown in pasture and sacrificed at 432 kg de peso (48.6, 48.7, 48.4 and 48.7 %)<sup>(19)</sup>.

Grandpaternal and grandmaternal breed effects on PIP, PAE, PEFIP, GADIP and EFALI (Table 3)

Cuadro 2. Medias de cuadrados mínimos para algunas características al sacrificio de crías de toros Angus y vacas Guzerat (G), Criollo (C), Guzerat x Criollo (GC) y Criollo x Guzerat (CG)

Table 2. Least square means of carcass traits of calves from bulls and cows Guzerat (G), Criollo (C), Guzerat x Criollo (GC) y Criollo x Guzerat (CG)

Cow genotype	AOC (inches)	GRC (inches)	PCC (kg)	PRC (%)	RP (kg)	GR (Units)	RC (%)	PTC (%)
G	10.73+0.35 <sup>a</sup>	0.367+0.056 <sup>a</sup>	241.7+8.2 <sup>a</sup>	60.2+0.62 <sup>a</sup>	8.06+0.6 <sup>a</sup>	2.61±0.15 <sup>a</sup>	50.79±0.36 <sup>a</sup>	76.58±0.7 <sup>a</sup>
GC	11.83+0.53 <sup>a</sup>	0.475+0.084 <sup>a</sup>	249.6+12.3 <sup>a</sup>	58.6+0.93 <sup>ab</sup>	2.91+1.5 <sup>b</sup>	2.92±0.23 <sup>ab</sup>	50.06±0.54 <sup>ab</sup>	75.12±1.1 <sup>ab</sup>
CG	9.66+0.31 <sup>b</sup>	0.375+0.051 <sup>a</sup>	210.6+7.5 <sup>b</sup>	58.2+0.57 <sup>b</sup>	5.34+0.5 <sup>b</sup>	2.62±0.14 <sup>a</sup>	50.80±0.33 <sup>a</sup>	76.61±0.7 <sup>a</sup>
C	8.40+0.62 <sup>c</sup>	0.400+0.102 <sup>a</sup>	187.5+14.9 <sup>b</sup>	54.2+1.13 <sup>c</sup>	7.95+0.9 <sup>a</sup>	3.21±0.28 <sup>b</sup>	49.48±0.65 <sup>b</sup>	73.97±1.3 <sup>b</sup>

<sup>abc</sup> Different letter superscripts in the same column indicate significant difference ( $P < 0.10$ ).

AOC = rib eye area; GRC = rib fat thickness; PCC = hot carcass weight; PRC = dressing percentage; RP = kidney and pelvic fat; GR = yield grade; RC = cutability; PTC = retail yield.

Cuadro 3. Heterosis materna (kg) y diferencias entre efectos raciales de abuelos<sup>a</sup> y abuelas Guzerat y Criollo para algunos índices productivos de crías en corral de engordaTable 3. Maternal heterosis (kg) and differences between grandpaternal breed effects<sup>a</sup> and Guzerat and Criollo grandmothers for some feedlot calf productive indices

	PIP	PAE	PEFIP	GADIP	EFALI
Grdfather breed	29.6±8.6*	44.6±11.9*	41.0±13.7*	0.06±.05 <sup>ns</sup>	0.004±.003 <sup>ns</sup>
Grdmother breed	2.26±12.31 <sup>ns</sup>	-9.05±17.03 <sup>ns</sup>	-11.47±19.63 <sup>ns</sup>	-0.06±.07 <sup>ns</sup>	-0.01±.004*
Heterosis	12.51±8.5 <sup>ns</sup>	14.6±11.8 <sup>ns</sup>	12.4±13.6 <sup>ns</sup>	-.02±.05 <sup>ns</sup>	0.002±.003 <sup>ns</sup>

<sup>a</sup> Includes ¼ of direct genetic effect and ½ maternal genetic effect, assuming similar individual heterosis values.

PIP = initial weight; PAE = yearling weight; PEFIP = final weight; GADIP = average daily weight gain; EFALI = feed efficiency.

\* ( $P<0.10$ ); <sup>ns</sup> Non-significant difference ( $P>0.10$ ).

de vacas G, CG y GC con diferencias de hasta 61.4, 80.1 y 70.4 kg a favor de G (Cuadro 1). Pesos al inicio de la engorda mayores a los del presente estudio fueron publicados para crías de vacas Brahman x Hereford<sup>(13)</sup> y de vacas Angus x Brahman y Brahman<sup>(14)</sup>. La media para GADIP en el presente análisis es mayor a la ganancia publicada para ganado Criollo mexicano finalizado en corral de engorda (0.980 kg)<sup>(15)</sup>.

Los resultados para AOC, GRC, PCC, PRC y RP del Cuadro 2 muestran que la progenie de vacas G y GC tuvieron rendimientos superiores ( $P<0.10$ ) a la progenie de vacas CG y C para AOC y PCC. En el mismo cuadro se observa que a la progenie de vacas C correspondió el promedio más bajo para PRC. No se detectaron diferencias importantes ( $P>0.10$ ) entre los genotipos evaluados para GRC. Con relación a GR, RC y PTC se observó que las vacas G y CG produjeron crías con mejor comportamiento que las crías de vacas C. Varios autores han publicado valores similares para GR en diferentes razas y cruces<sup>(14,16)</sup>. En contraste, resultados del Centro de Investigaciones de animales para carne (MARC-USDA), mostraron grados de rendimiento de 3.47, 3.44, 3.25, 3.04 y 2.35 (a una edad fija de 444 días) para crías de vacas Hereford, Angus y MARC III<sup>(17)</sup>. Con respecto a RC los promedios del presente trabajo fueron superiores al valor publicado para vaquillas y novillos Brahman finalizados en corral de

show that calves with a Guzerat maternal grandsire began the growth period an average of 29.6±8.6 kg heavier ( $P<0.10$ ) than calves with a Criollo maternal grandsire. This initial advantage was maintained throughout the growth period, such that the calves with Guzerat maternal grandsires had a 44.6±11.9 kg higher ( $P<0.10$ ) yearling weight and 41.0±13.7 kg higher ( $P<0.10$ ) final weight than those with Criollo maternal grandsires. No significant differences were observed in grandpaternal breed effects on GADIP and EFALI. However, the calves with Guzerat maternal grandsires did exhibit higher ( $P<0.10$ ) yields for AOC (2.25 inches<sup>2</sup>), PCC (46.58 kg) and PRC (3.15 %) than those with Criollo maternal grandsires (Table 4). These results suggest that the grandpaternal effects of Guzerat sires are beneficial when searching for improved performance in the studied variables for their granddaughters. Worth mentioning is that according to the comparison used, the possible advantages result from differences between the Guzerat and Criollo breeds, including the combination of direct and maternal genetic effects.

Very few differences ( $P>0.10$ ) were observed between grandmaternal breeds for the measured growth variables (Table 3) or carcass traits (Table 4). However, calves with Criollo maternal grandams did have a higher ( $P<0.10$ ) average EFALI (0.01±.004 kg) than those with Guzerat maternal

engorda<sup>(18)</sup> y a los obtenidos para el RC de novillos y vaquillas engordados en pastoreo y sacrificados a los 432 kg de peso (48.67, 48.73, 48.49 y 48.75 %)<sup>(19)</sup>.

En el Cuadro 3 se presentan las diferencias entre los efectos de la raza de los abuelos y las abuelas para PIP, PAE, PEFIP, GADIP y EFALI. Los resultados señalan que, en promedio, las crías de abuelos Guzerat iniciaron el período de engorda  $29.6 \pm 8.6$  kg más pesados ( $P < 0.10$ ) que las crías de abuelos Criollos. Esta ventaja inicial se mantuvo durante todo el período de engorda. Así, los nietos de toros Guzerat pesaron  $44.6 \pm 11.9$  kg más ( $P < 0.10$ ) al año de edad y  $41.0 \pm 13.7$  kg más ( $P < 0.10$ ) al final de la engorda que los nietos de toros Criollos. No se detectaron diferencias importantes para GADIP o EFALI entre razas de abuelos. Sin embargo, las diferencias entre razas de abuelos, que se presentan en el Cuadro 4, sí mostraron que los nietos de toros Guzerat tuvieron mayores rendimientos ( $P < 0.10$ ) en AOC (2.25 pulgadas<sup>2</sup>), PCC (46.58 kg) y PRC (3.15 %) comparados con los nietos de toros Criollos. Así, los resultados sugieren la conveniencia de utilizar toros-abuelos Guzerat buscando mejorar el comportamiento de los nietos sobre las variables estudiadas. Cabe señalar que de acuerdo al contraste

grandams. Calves with Criollo maternal grandams also had higher ( $P < 0.10$ ) AOC ( $2.20 \pm 0.61$  inches<sup>2</sup>) and PCC ( $39.02 \pm 14.4$  kg) than those of with Guzerat maternal grandams. Overall, the differences between grandmaternal breeds tended to favor progeny with Criollo maternal grandams, though significant differences ( $P < 0.10$ ) were only observed for EFALI, AOC and PCC, suggesting that cows from Criollo dams tend to give birth to calves with better carcass traits.

Different authors agree with the present results in reporting the overall lack of differences between grandmaternal breeds for determining growth traits in the granddaughters. Nonetheless, some of these differences can be significant for certain carcass variables. For example, in a diallele Brahman x Angus cross in two environments<sup>(14)</sup>, grandmaternal genetic effects had no influence on initial weight ( $-9.3 \pm 8.7$  and  $-8.3 \pm 10.2$  kg), daily weight gain ( $0.00 \pm 0.07$  and  $0.13 \pm 0.08$  kg) or final weight ( $-9.9 \pm 11.8$  and  $9.4 \pm 13.3$  kg). In this same study, however, differences between grandmaternal genetic effects were significant ( $P < 0.10$ ) for hot carcass weight ( $-14.7 \pm 6.0$  and  $-12.8 \pm 7.2$  kg) in both environments and for carcass yield ( $0.64 \pm 0.38$  %) in one of the environments. No differences were reported in this study between grandmaternal breeds

Cuadro 4. Heterosis materna y diferencias entre efectos raciales de abuelos<sup>a</sup> y abuelas Guzerat y Criollo para algunas características al sacrificio de crías en corral de engorda

Table 4. Maternal heterosis and differences between grandpaternal breed effects<sup>a</sup> and Guzerat and Criollo grandmothers for some feedlot calf slaughter characteristics

Guzerat Criollo	AOC (inches)	GRC (inches)	PCC (kg)	PRC (%)	RP (kg)	GR (Units)	RC (%)	PTC (%)
Gndfather breed	$2.25 \pm 0.47^*$	$0.034 \pm 0.08^{ns}$	$46.58 \pm 11.0^*$	$3.15 \pm 0.83^*$	$-1.15 \pm 0.93^{ns}$	$0.14 \pm 0.21^{ns}$	$0.28 \pm 0.49^{ns}$	$0.56 \pm 0.98^{ns}$
Gndmother breed	$-2.20 \pm 0.61^*$	$-0.100 \pm 0.10^{ns}$	$-39.02 \pm 14.4^*$	$-0.41 \pm 1.1^{ns}$	$2.42 \pm 1.58^{ns}$	$-0.30 \pm 0.27^{ns}$	$0.74 \pm 0.63^{ns}$	$1.49 \pm 1.26^{ns}$
Heterosis	$1.18 \pm 0.47^*$	$0.040 \pm 0.07^{ns}$	$15.53 \pm 11.2^{ns}$	$1.16 \pm 0.85^{ns}$	$-3.88 \pm 0.99^*$	$-0.14 \pm 0.21^{ns}$	$0.30 \pm 0.48^{ns}$	$0.59 \pm 0.97^{ns}$

<sup>a</sup> Includes ¼ of direct genetic effect and ½ maternal genetic effect, assuming similar individual heterosis values.

AOC= rib eye area; GRC= rib fat thickness; PCC= hot carcass weight; PRC= dressing percentage; RP= kidney and pelvic fat; GR= yield grade; RC= cutability; PTC= retail yield.

\* ( $P < 0.10$ ); <sup>ns</sup> Non-significant difference ( $P > 0.10$ ).

utilizado para la comparación, las posibles ventajas logradas se deben a diferencias entre las razas Guzerat y Criolla que incluyen la combinación de efectos genéticos directos y maternos.

No se observaron muchas diferencias entre razas de abuelas ( $P > 0.10$ ) para las variables medidas durante la engorda (Cuadro 3) o para características de la canal (Cuadro 4). Sin embargo, los resultados para EFALI ( $P < 0.10$ ) indicaron que, en promedio, vacas hijas de vacas Criollas produjeron becerros con mayor EFALI ( $0.01 \pm 0.004$  kg) que vacas hijas de vacas Guzerat. De igual manera, los nietos de abuelas Criollas mostraron ventajas ( $P < 0.10$ ) comparados con los nietos de abuelas Guzerat, en AOC ( $2.20 \pm 0.61$  pulgadas<sup>2</sup>) y PCC ( $39.02 \pm 14.4$  kg). De manera global y considerando los valores de los Cuadros 3 y 4, las diferencias entre razas de abuelas tendieron a favorecer a los nietos de abuelas Criollas, aunque sólo se detectaron diferencias significativas ( $P < 0.10$ ) para EFALI, AOC y PCC. Lo anterior sugiere que hijas de vacas Criollas tendieron a parir becerros con mejores características de la canal.

Coincidiendo con los resultados del presente estudio, diferentes autores han encontrado que no hay diferencias entre razas de abuelas en cuanto a determinar las características de sus nietos durante la engorda; sin embargo, para ciertas variables de la canal estas diferencias sí pueden ser importantes. Así, en un cruzamiento diallelo realizado con ganado Brahman y Angus, en dos ambientes diferentes<sup>(14)</sup>, se encontró que las diferencias entre efectos genéticos de las abuelas no influyeron sobre el peso al inicio de la engorda ( $-9.3 \pm 8.7$  y  $-8.3 \pm 10.2$  kg), la ganancia diaria promedio durante la engorda ( $0.00 \pm 0.07$  y  $0.13 \pm 0.08$  kg) o el peso al final de la engorda ( $-9.9 \pm 11.8$  y  $9.4 \pm 13.3$  kg). Sin embargo, en el mismo trabajo se menciona que las diferencias entre los efectos genéticos de las abuelas sí fueron importantes ( $P < 0.10$ ), en los dos ambientes para peso de la canal caliente ( $-14.7 \pm 6.0$  y  $-12.8 \pm 7.2$  kg) y, en uno de los ambientes, para rendimiento en canal ( $0.64 \pm 0.38$  %). En el mismo experimento se encontró poca evidencia de diferencias entre raza de las abuelas para área del ojo de la costilla, grasa de cobertura, grasa en

for AOC, GRC, RP or GR. Similar results were reported for a diallele cross with Swiss Brown, Red Poll, Hereford and Angus breeds in which differences between grandmaternal genetic effects were generally found not to be significant ( $P > 0.05$ ) in determining carcass traits<sup>(20)</sup>.

Maternal heterosis did not have a significant ( $P > 0.10$ ) effect on the measured growth variables (Table 3). This coincides with results for Hereford, Angus and Shorthorn cross cows<sup>(19)</sup> in which maternal heterosis is reported to have no significant effect on yearling weight (1.4%), final weight (1.2%) or average daily postweaning weight gain (-1.6%) for feedlot heifers, or on final weight (1.4%) or average daily postweaning weight gain (-0.8%) for feedlot bullocks. Different authors generally agree that maternal heterosis has no notable effect on average daily post-weaning weight gain<sup>(14,19,21)</sup>, indeed when an effect does exist its influence can be negative<sup>(13)</sup>. Data also exist, however, showing the influence ( $P < 0.05$ ) of maternal heterosis on initial weight (11.1 and 38.5 kg)<sup>(14,19)</sup>, yearling weight (10.1 kg)<sup>(19)</sup> and final weight (34.1 y 32.7 kg)<sup>(14,21)</sup>. Given this discrepancy, maternal heterosis is seen as more likely to influence animal growth performance when the animals develop in unfavorable environments before weaning<sup>(14)</sup>.

The present heterosis results (Table 4) indicate that it generally had little impact on the evaluated carcass traits, with the exception ( $P < 0.10$ ) of AOC ( $1.18 \pm 0.47$  inches<sup>2</sup>) and RP ( $-3.88 \pm 0.99$  kg). Other reports coincide with these carcass trait results. For example, in a study of Hereford, Angus and Shorthorn cross cows<sup>(19)</sup>, maternal heterosis was found to have no effect ( $P > 0.05$ ) on ten evaluated carcass traits in feedlot heifers. However, it did have a significant ( $P < 0.05$ ) effect on carcass weight (1.9%) and the percentage of fat in the kidney, pelvis and heart (2.9%) in bullocks slaughtered at 465 d of age. Another study of growth in calves from Brahman, Angus and F1 cross cows<sup>(14)</sup> reports minimum averages ( $P > 0.10$ ) for the influence of maternal heterosis on percentage of fat in the kidney, pelvis and heart, fat cover and carcass yield, though the same study shows

riñón y pelvis o grado de rendimiento de la canal. Coincidiendo con los resultados anteriores, información obtenida en un cruzamiento dialélico con ganado Suizo Pardo, Red Poll, Hereford y Angus mostró que, en general, las diferencias entre efectos genéticos de las abuelas no fueron importantes ( $P > 0.05$ ) para determinar características de la canal<sup>(20)</sup>.

En el presente análisis no se detectó que la heterosis materna fuera importante ( $P > 0.10$ ) sobre las variables medidas durante el período de engorda (Cuadro 3). Coincidiendo con estos resultados, una evaluación realizada con vacas cruzadas Hereford, Angus y Shorthorn<sup>(19)</sup>, tampoco encontró que la heterosis materna fuera importante para peso al año de edad (1.4 %), peso al final de la engorda (1.2 %) o ganancia diaria promedio posdestete (-1.6 %) de vaquillas en corral de engorda, o para peso al final de la engorda (1.4 %) y ganancia diaria promedio posdestete (-0.8 %) de novillos en la misma prueba. En general, diferentes autores coinciden en que la heterosis materna no influye de manera importante sobre la ganancia diaria promedio posdestete<sup>(14,19,21)</sup>, existiendo información que sugiere que, cuando existe, la influencia puede ser desfavorable<sup>(13)</sup>. Por otro lado, también existe información que indica la influencia de la heterosis materna ( $P < 0.05$ ) sobre peso al inicio de la engorda (11.1 y 38.5 kg)<sup>(14,19)</sup>, peso al año de edad (10.1 kg)<sup>(19)</sup>, y peso al final de la engorda (34.1 y 32.7 kg)<sup>(14,21)</sup>. Considerando la discrepancia anterior, se ha planteado que la heterosis materna tiene mayores posibilidades de influir en el comportamiento de los animales durante la engorda cuando éstos se desarrollan hasta el destete en ambientes desfavorables<sup>(14)</sup>.

Los estimadores de heterosis que se presentan en el Cuadro 4 indican que, en general, ésta no fue importante para las características de la canal evaluadas, con excepción ( $P < 0.10$ ) de AOC ( $1.18 \pm 0.47$  pulgadas<sup>2</sup>) y RP ( $-3.88 \pm 0.99$  kg). Resultados publicados por diferentes autores, en coincidencia con el presente análisis, sugieren efectos poco importantes de la heterosis materna sobre características de la canal. Así, la heterosis materna de vacas cruzadas Hereford, Angus y

Shorthorn<sup>(19)</sup> no influyó ( $P > 0.05$ ) sobre ninguna de diez características de la canal evaluadas en vaquillas de engorda, aunque sí fue importante ( $P < 0.05$ ) para peso de la canal (1.9 %) y porcentaje de grasa en riñón, pelvis y corazón (2.9 %) de novillos sacrificados a los 465 días de edad. Por otro lado, datos de una engorda realizada con crías de vacas Brahman, Angus y sus cruces F1<sup>(14)</sup>, mostraron promedios mínimos ( $P > 0.10$ ) de heterosis materna para porcentaje de grasa en riñón, pelvis y corazón, grasa de cobertura y rendimiento

significantes ( $P < 0.05$ ) valores para el efecto de heterosis sobre PCC ( $21.1 \pm 5.3$  kg) y AOC ( $3.69 \pm 1.51$  cm<sup>2</sup>). Resultados similares se reportan en un estudio de búfalos de Angus, Santa Gertrudis y Hereford cruzados<sup>(21)</sup>, en el que la heterosis tuvo un efecto positivo ( $P < 0.05$ ) sobre AOC ( $5.2 \pm 2.3$  cm<sup>2</sup>) y PCC ( $23.1 \pm 6.6$  kg), aunque el efecto sobre GC fue mínimo ( $P > 0.05$ ).

Publicados generalmente sugieren que la heterosis no es un factor decisivo en la mejora de rasgos de carcasa<sup>(22)</sup>. Por lo tanto, las ventajas de utilizar cruces de razas para mejorar tanto el crecimiento postdestete como los rasgos de carcasa pueden resultar principalmente de la combinación de efectos genéticos directos favorables de las razas cruzadas en lugar del uso de la heterosis materna.

En resumen, las diferencias entre razas de abuelo materno llevaron a un mejor desempeño de crecimiento y algunos rasgos de carcasa mejorados en las vaquillas con razas de abuelo materno Guzerat. Las diferencias entre razas de abuela materna llevaron a un mejor desempeño en algunos rasgos de carcasa para las vaquillas con razas de abuela materna Criollo. Considerando las diferencias entre efectos de razas de abuelo materno y abuelo paterno, las cruces Guzerat x Criollo parecen ser una opción mejor que las cruces Criollo x Guzerat para la producción de vaquillas en un sistema de engorda. La heterosis materna Criollo-Guzerat no ofrece generalmente ventajas para mejorar el crecimiento de las vaquillas y el rendimiento de la carcasa.

*End of english version*

---

Shorthorn<sup>(19)</sup> no influyó ( $P > 0.05$ ) sobre ninguna de diez características de la canal evaluadas en vaquillas de engorda, aunque sí fue importante ( $P < 0.05$ ) para peso de la canal (1.9 %) y porcentaje de grasa en riñón, pelvis y corazón (2.9 %) de novillos sacrificados a los 465 días de edad. Por otro lado, datos de una engorda realizada con crías de vacas Brahman, Angus y sus cruces F1<sup>(14)</sup>, mostraron promedios mínimos ( $P > 0.10$ ) de heterosis materna para porcentaje de grasa en riñón, pelvis y corazón, grasa de cobertura y rendimiento

en canal, sin embargo, en el mismo trabajo también se mencionan valores importantes de heterosis ( $P < 0.05$ ) para peso de la canal caliente ( $21.1 \pm 5.3$  kg), y área del ojo de la costilla ( $3.69 \pm 1.51$  cm<sup>2</sup>). Concordando con estos resultados, una heterosis materna positiva ( $P < 0.05$ ) fue reportada para el área el ojo de la costilla ( $5.2 \pm 2.3$  cm<sup>2</sup>) y peso de la canal ( $23.1 \pm 6.6$  kg) de novillos hijos de vacas cruzadas que incluyeron las razas Angus, Santa Gertrudis y Hereford<sup>(21)</sup>, aunque para la grasa de cobertura la heterosis respectiva fue mínima ( $P > 0.05$ ).

En general, la información publicada sugiere que la heterosis no es un factor decisivo para mejorar características de la canal<sup>(22)</sup>, así, las ventajas del uso de animales cruzados para mejorar tanto el crecimiento posdestete como las características de la canal pudieran ser, principalmente, por medio de la combinación de efectos genéticos directos favorables de las razas involucradas en la cruce más que del aprovechamiento de la heterosis materna resultante.

Se concluye que las diferencias entre razas de abuelos sugieren un mejor comportamiento, durante la engorda y para algunas características de la canal, de las crías de abuelos Guzerat. Las diferencias entre razas de abuelas sugieren un mejor comportamiento de las crías de abuelas Criollas para algunas características de la canal. Considerando de manera conjunta las diferencias detectadas entre razas de abuelos y abuelas, las vacas Guzerat x Criollo parecen ser mejor opción que las vacas Criollo x Guzerat para la producción de becerros en Nayarit. En general, la heterosis materna Criollo-Guzerat no ofreció ventajas adicionales para mejorar el comportamiento de las crías durante su desarrollo y finalización en el corral de engorda o para mejorar las características de la canal.

## LITERATURA CITADA

1. Cartwright TC. Selection criteria for beef cattle for the future. *J Anim Sci* 1970;(30):706-711.
2. Montaña BM, Nielsen MK. Biological efficiency to weaning and to slaughter of crossbred beef cattle with different genetic potential for milk. *J Anim Sci* 1990;(68):2297-2309.
3. Brown MA, Dinkel CA. Efficiency to slaughter of calves from Angus, Charolais and reciprocal cross cows. *J Anim Sci* 1982;(55):254-262.
4. Miller SP, Wilton JW, Pfeiffer WC. Effects of milk yield on biological efficiency and profit of beef production from birth to slaughter. *J Anim Sci* 1999;(77):344-352.
5. SAGARPA. Delegación Nayarit. Subdelegación Agropecuaria. Programa de Desarrollo Pecuario. 2001.
6. Martínez VG, Montaña BM. Efectos genéticos aditivos individuales y maternos y no aditivos individuales para sobrevivencia predestete y peso al destete en bovinos Criollo y Guzerat [resumen]. XXXI Reunión Nacional de Investigación Pecuaría. México, DF. 1995:387.
7. Rivera AU, Martínez VG, Montaña BM. Heterosis materna Criollo-Guzerat para algunas características reproductivas [resumen]. Reunión Nacional de Investigación Pecuaría. Veracruz, 1997:167.
8. Vázquez HEA, Martínez VG, Montaña BM. Comportamiento reproductivo de vacas Guzerat y Criollo en cruzamiento dialélico [resumen]. Reunión Nacional de Investigación Pecuaría. Veracruz, 1997:168.
9. Martínez VG, Palacios FJA, Montaña BM. Heterosis materna Criollo-Guzerat para peso al nacer y peso al destete [resumen]. XXXIX Reunión Nacional de Investigación Pecuaría. México, DF. 2003:190.
10. Boggs DL, Merkel RA. Live animal carcass evaluation and selection manual. 4<sup>th</sup> Edition. USA. Kendall / Hunt Publishing Company. ISBN 0-8403-7609-X1993
11. SAS. SAS User's Guide: Statistics; SAS Inst. Inc., Cary, NC. USA. 2001.
12. Dickerson, G.E. Inbreeding and heterosis in animals. In. Proc. Animal breeding and genetics. Symp. in honor of Dr. J. L. Lush. 1973;54.
13. Wyatt WE, Bidner TD, Humes PD, Franke DE, Blouin DC. Cow-calf and feedlot performances of Brahman-derivative breeds. *J Anim Sci* 2002;(80):3037-3045.
14. Brown MA, Phillips WA, Brown Jr. AH, Coleman SW, Jackson WG, Miesner JR. Postweaning performance of calves from Angus, Brahman, and reciprocal-cross cows grazing endophyte-infected tall fescue or common Bermudagrass. *J Anim Sci* 1999;(77):25-31.
15. Duarte OA. Algunas características del ganado bovino Criollo mexicano. Ciclo de conferencias sobre evaluación, comercialización y mejoramiento genético. Tuxtla Gutierrez, Chiapas, México. 2000.
16. Sherbeck JA, Tatum JD, Field TG, Morgan JB, Smith GC. Feedlot performance, carcass traits, and palatability traits of Hereford and Hereford x Brahman steers. *J Anim Sci* 1995;(73):3613-3620.
17. Wheeler TL, Cundiff LV, Shackelford SD, Koohmaraie M. Characterization of biological types of cattle (Cycle V): Carcass traits and longissimus palatability. *J Anim Sci* 2001;(79):1209-1222.
18. Riley DG, Chase Jr. CC, Hammond AC, West RL, Johnson DD, Olson TA, Coleman SW. Estimated genetic parameters for carcass traits of Brahman cattle. *J Anim Sci* 2002;(80):955-962.

19. Olson LW, Cundiff LV, Gregory KE. Maternal heterosis effects on postweaning growth and carcass traits in beef cattle. *J Anim Sci* 1978;(46):1552-1560.
20. Gregory KE, Dearborn DD, Cundiff LV, Koch RM. Maternal heterosis and grandmaternal effects in beef cattle: Postweaning growth and carcass traits. *J Anim Sci* 1987;(65):1180-1194.
21. Neville Jr. WE, Mullinix Jr. BG, McCormick WC. Grading and rotational crossbreeding of beef cattle. III. Postweaning and carcass traits of steers. *J Anim Sci* 1984;(58):47-56.
22. Marshall DM. Breed differences and genetic parameters for body composition traits in beef cattle. *J Anim Sci* 1999;(77):2745-2755.