

# Composición de leche de vacas Criollo, Guzerat y sus cruza F1 y su relación con el peso al destete de las crías

## Milk composition in Criollo, Guzerat and F1 cows and its influence on weaning weight of calves

Guillermo Martínez Velázquez<sup>a</sup>, José Antonio Palacios Fránquez<sup>a</sup>, José de Jesús Bustamante Guerrero<sup>a</sup>, Ángel Ríos Utrera<sup>b</sup>, Vicente Eliezer Vega Murillo<sup>b</sup>, Moisés Montaña Bermúdez<sup>c</sup>

### RESUMEN

Se utilizaron 619 registros productivos generados entre 2001 y 2003 por vacas Guzerat (G), Criollo (C), Guzerat x Criollo (GC) y Criollo x Guzerat (CG). Las variables estudiadas fueron porcentaje de grasa (%G), proteína (%P), lactosa (%L) y sólidos no grasos (%SNG) contenidos en la leche y kilogramos de grasa (GP), proteína (PP), lactosa (LP) y sólidos no grasos (SNGP) producidos por lactancia. También se evaluaron peso al nacer (PN) y peso al destete ajustado a 210 días de edad (PA210) y se estimaron efectos genéticos directos, maternos, de heterosis y la relación entre componentes de la leche y PA210. Para %G, %P, %L, %SNG, GP, PP, LP y SNGP los modelos incluyeron los efectos fijos de grupo genético de la vaca (GEN), número de parto (NP), año de parto (A), época de parto (E), días posparto (D) e interacciones de dos factores (F). Para PN y PA210 los modelos incluyeron GEN, NP, A, E y F. Se estimaron correlaciones residuales entre componentes de la leche y PA210. Heterosis fue importante ( $P < 0.05$ ) para GP ( $5.07 \pm 1.9$  kg), PP ( $4.97 \pm 1.5$  kg), LP ( $7.04 \pm 2.1$  kg), SNGP ( $13.48 \pm 3.8$  kg), PN ( $-1.30 \pm 0.6$  kg) y PA210 ( $12.65 \pm 4.2$  kg). Los efectos genéticos directos para LP, SNGP, PN y PA210 fueron favorables ( $P < 0.05$ ) a G en  $11.08 \pm 3.7$ ,  $16.98 \pm 6.6$ ,  $3.80 \pm 1.1$  y  $37.60 \pm 7.6$  kg. Se detectaron correlaciones importantes ( $P < 0.05$ ) de PA210 con GP (0.16), LP (0.21) y SNGP (0.19). Las correlaciones sugieren que la cantidad de componentes en la leche fue importante para determinar el peso al destete de los becerros.

**PALABRAS CLAVE:** Bovinos carne, Composición de leche, Destete, Correlaciones.

### ABSTRACT

Data were collected between 2001 and 2003 from Guzerat (G), Criollo (C), Criollo\*Guzerat (CG) and Guzerat\*Criollo (GC) cows (n=619 records). Variables analyzed were fat (G%), protein (P%), lactose (L%), non fat solids (SNG%) content in milk expressed as percentages, and total fat (GP), protein (PP), lactose (LP) and non fat solids (SNGP) expressed in kg produced in each lactation. Birth (PN) and 210-d weaning weight (PA210), were analyzed too. Heterosis, direct and maternal genetic effects were estimated as well as the relationship between milk components and PA210. For G%, P%, L%, SNG%, GP, PP, LP and SNGP, models included fixed effects of cow genetic group (GEN), year of calving (A), calving number (NP), postpartum days (D), calving season (E) and two factors interactions (F). For PN and PA210 models included GEN, NP, E, A and F. Residual correlations between PA210 and milk components were estimated. Heterosis was significant ( $P < 0.05$ ) for GP ( $5.07 \pm 1.9$  kg), PP ( $4.97 \pm 1.5$  kg), LP ( $7.04 \pm 2.1$ ), SNGP ( $13.48 \pm 3.8$  kg), PN ( $-1.3 \pm 0.6$  kg) and PA210 ( $12.65 \pm 4.2$  kg). Direct genetic effects were positive to G ( $P < 0.05$ ) for LP ( $11.08 \pm 3.7$  kg), SNGP ( $16.98 \pm 6.6$  kg), PN ( $3.80 \pm 1.1$  kg) and PA210 ( $37.60 \pm 7.6$  kg). Significant correlations ( $P < 0.05$ ) were found between PA210 and GP (0.16), LP (0.21) and SNGP (0.19). Correlations suggest that quantity of milk components was important to determine weaning weight of calves.

**KEY WORDS:** Beef cattle, Weaning weight, Milk composition, Correlations.

Recibido el 14 de abril de 2010. Aceptado para su publicación el 27 de junio de 2007.

<sup>a</sup> Sitio Experimental "El Verdineño", Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Edificio SAGARPA Av. Insurgentes # 1050 Ote. Col. Menchaca CP 63150 Tepic, Nayarit, México. Teléfono y fax (323) 23 50710. [martinez.guillermo@inifap.gob.mx](mailto:martinez.guillermo@inifap.gob.mx) Correspondencia al primer autor.

<sup>b</sup> Campo Experimental La Posta, Centro de Investigación Regional del Golfo Centro. INIFAP.

<sup>c</sup> Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. INIFAP.

## INTRODUCCIÓN

En el sistema vaca-cría la sobrevivencia y el desarrollo del becerro dependen en gran medida del ambiente materno. El componente más importante de ese ambiente es la nutrición recibida a través de la leche<sup>(1,2)</sup>. Conocer la cantidad y composición de la leche producida por los diferentes grupos genéticos utilizados en el sistema vaca-cría es importante para desarrollar estrategias de manejo acordes a los cambios en requerimientos de energía de las vacas durante la lactancia y a las diferencias en su potencial genético lechero<sup>(3)</sup>. De igual manera, se debe reconocer la importancia que sobre el crecimiento predestete de los becerros tienen las diferencias en la cantidad y la composición de la leche producida por las vacas<sup>(4,5,6)</sup>.

Existen estudios en ganado de carne que han estimado correlaciones entre los componentes de la leche y la ganancia de peso predestete de los becerros. Los resultados han señalado correlaciones de poca relevancia entre los porcentajes de los componentes de la leche y el peso al destete de las becerros<sup>(7,8,9,10)</sup>. En contraste, correlaciones importantes se han detectado entre los componentes de la leche en kilogramos y el peso al destete de los becerros<sup>(11,12,13)</sup>.

Considerando la importancia que para el sistema vaca-cría tiene la composición de la leche de las vacas por su relación con el peso al destete de las crías, se planteó el presente estudio con los objetivos siguientes: comparar en porcentaje y en kilogramos el contenido de grasa, proteína, lactosa y sólidos no grasos de la leche de vacas Criollo, Guzerat y sus cruza recíprocas F1; comparar el peso al nacer y al destete de sus crías; estimar los efectos genéticos directos, maternos y de heterosis sobre las variables estudiadas; estimar la relación entre los componentes de la leche de las vacas y el peso al destete de sus crías.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Sitio Experimental “El Verdineño” (INIFAP-SAGARPA), ubicado en Santiago Ixcuintla Nayarit, México, en condiciones

## INTRODUCTION

In cow-calf systems, survival and development of calves depend to a great degree on maternal environment. The most important component of this environment is nourishment received from milk<sup>(1,2)</sup>. Therefore, to know yield and composition of milk of different genetic groups is important to develop management strategies in accordance with changes of cow requirements during lactation and with differences in genetic milk potential of cows<sup>(3)</sup>. Thus, the importance of preweaning calf growth and development due to milk yield and quality must be acknowledged<sup>(4,5,6)</sup>.

Several authors in studies carried out in beef cattle have estimated correlations between milk quality and preweaning growth of calves. Results have pointed out correlations of low relevance between percentage of milk components and weaning weight of calves<sup>(7,8,9,10)</sup>. However, higher and significant correlations have been found between kilograms of milk components and weaning weight of calves<sup>(11,12,13)</sup>.

Taking into account the importance of milk composition in cow-calf systems due to its relationship to weaning weight of calves, the objectives of the study were: to compare percentages and kilograms of fat, protein, lactose and solids not fat content in milk from Criollo, Guzerat and F1 cows; to compare birth and weaning weight of their progeny; to estimate heterosis and direct and maternal genetic effects for all variables in the study, and to correlate components of dams milk with weaning weight of calves.

## MATERIALS AND METHODS

The present study was carried out at the “El Verdineño” Experimental Station (INIFAP-SAGARPA), located in Santiago Ixcuintla, Nayarit, Mexico, 1,200 mm annual average rainfall, 24 °C annual average temperature, Aw<sub>2</sub> subhumid tropical climate with a 7 to 8 mo dry period<sup>(14)</sup>. The Criollo herd of El Verdineño was formed from herds found in the Sierra Madre Occidental of Mexico, in an area shared by the states of Durango,

de trópico subhúmedo Aw<sub>2</sub>, con precipitación pluvial promedio de 1,200 mm, temperatura media anual de 24 °C y época de secas que fluctúa entre siete y ocho meses al año<sup>(14)</sup>. El hato Criollo de “El Verdineño” se formó a partir de hatos ubicados en la región de la Sierra Madre Occidental que comparten los estados de Durango, Jalisco, Nayarit y Zacatecas en el occidente de México. Detalles sobre el origen de las vacas evaluadas y el manejo del hato durante el desarrollo del experimento fueron publicados por Martínez *et al*<sup>(15)</sup>.

Se utilizaron 619 registros de producción, de los cuales 240 correspondieron a vacas Guzerat (G), 166 a vacas Criollo (C), 70 a vacas Guzerat x Criollo (GC) y 143 a vacas Criollo x Guzerat (CG). La información se generó durante los años 2001, 2002 y 2003. Las variables estudiadas fueron porcentaje de grasa (%G), de proteína (%P), de lactosa (%L) y de sólidos no grasos (%SNG) contenidos en la leche, kilogramos de grasa (GP), de proteína (PP), de lactosa (LP) y de sólidos no grasos (SNGP) producidos por lactancia, el peso al nacer (PN) y el peso al destete ajustado a 210 días de edad (PA210) de las crías. PA210 se calculó como  $PA210 = (((\text{peso al destete} - \text{peso al nacer}) / \text{edad al destete}) \times 210) + \text{peso al nacer}$ <sup>(16)</sup>.

Se realizaron tres muestreos por lactancia cuando las vacas tenían en promedio 70, 126 y 182 días postparto. Para asegurar que el tiempo de acumulación de la leche fuera el mismo en todas las vacas, los becerros se apartaron de sus madres a las dos de la tarde del día previo a la toma de muestras y se alojaron en corraletas en grupos de 8 a 11 becerros, sin agua ni alimento. A las seis de la tarde del mismo día se permitió que los becerros amamantaran durante 20 min, para separarlos después del amamantamiento hasta las seis de la mañana del día siguiente cuando se tomaron las muestras. Para la toma de muestras a cada vaca se le aplicó una inyección i.m. de 30 UI de oxitocina previo al ordeño completo del cuarto anterior izquierdo de la ubre. La leche obtenida se homogenizó y las muestras se colectaron en viales de 40 ml adicionados con bronopol, como conservador. Las muestras de leche fueron analizadas en el laboratorio de calidad de la leche de la

Jalisco, Nayarit and Zacatecas. Martínez *et al*<sup>(15)</sup> published data on the origin of the evaluated cows and management of the herd during this experiment.

Data of 619 production records were used, of which 240 belonged to Guzerat cows (G), 166 to Criollo cows (C), 143 to Criollo\*Guzerat cows (CG) and 70 to Guzerat\*Criollo cows (GC). Data were collected during 2001, 2002 and 2003. The following variables were evaluated: fat (G%), protein (P%), lactose (L%) and non fat solids (SNG%) content in milk as percentages, and total fat (GP), protein (PP), lactose (LP) and non fat solids (SNGP) in kg produced in each lactation, birth (PN) and 210-d weaning weight (PA210) of calves. PA210 was estimated as  $PA210 = (((\text{weaning weight} - \text{birth weight}) / \text{weaning age in days}) \times 210) + \text{birth weight}$ <sup>(16)</sup>.

Milk samples were taken at an average of 70, 126 and 186 d postpartum. In order to be sure that milk accumulation time was the same for all cows, calves were taken away from their mothers on the day before each sampling at 1400 and placed in corrals containing 8 to 11 each without either water or feed. At 0018 on that same day, calves were allowed to suckle cows for 20 min before being taken away until 0600 on the following day when samples were taken. For sampling, each cow was injected i.m. 30 UI oxytocin before hand-milking completely the left front quarter of the udder. Collected milk was homogenized and samples were gathered in 40 ml vials with bronopol as preservative. Milk samples were analyzed at the laboratory of the Asociación Holstein de Mexico. Fat, protein, lactose and non fat solids percentages were obtained through the average infrared technique using a Bentley® equipment. Total fat, protein, lactose and non fat solids were estimated from total milk yield for the whole lactation period using the average percentage of each component. Total milk yield for each lactation was estimated through the weigh-suckle-weigh method<sup>(17)</sup> and the equation suggested by Jenkins and Ferrel<sup>(18)</sup>.

Data were analyzed using the SAS<sup>(19)</sup> mixed models procedure for repeated measurements. For G%, P%, L%, SNG%, GP, PP, LP and SNGP, models included the fixed effects of cow genetic group

Asociación Holstein de México. Los porcentajes de grasa, proteína, lactosa y sólidos no grasos se obtuvieron por la técnica de infrarrojo medio con un equipo Bentley 2000®. Los kilogramos de grasa, proteína, lactosa y sólidos no grasos se calcularon para cada lactancia con base en la producción total de leche estimada por lactancia, utilizando el porcentaje promedio de cada componente. La producción total de leche estimada por lactancia se obtuvo con la técnica de pesaje-amamantamiento-pesaje<sup>(17)</sup> y la ecuación propuesta por Jenkins y Ferrell<sup>(18)</sup>.

Para el análisis de la información se utilizó el procedimiento de modelos mixtos, considerando un análisis para medidas repetidas, del paquete estadístico SAS<sup>(19)</sup>. Para las variables %G, %P, %L, %SNG, GP, PP, LP y SNGP los modelos incluyeron los efectos fijos de grupo genético de la vaca (GEN), número de parto (NP), año de parto (A), época de parto (E) y días posparto (D). Para PN y PA210 los modelos incluyeron los efectos de GEN, NP, A y E. Todos los modelos finales incluyeron sólo las interacciones de dos factores significativos ( $P < 0.25$ ) en los análisis preliminares.

El modelo estadístico inicial utilizado para %G, %P, %L, %SNG, GP, PP, LP y SNGP fue el siguiente:

$$Y_{ijklmn} = \mu + A_i + E_j + GEN_k + NP_l + D_m + (A*E)_{ij} + (A*GEN)_{ik} + (A*NP)_{il} + (A*D)_{im} + (E*GEN)_{jk} + (E*NP)_{jl} + (E*D)_{jm} + (GEN*NP)_{kl} + (GEN*D)_{km} + (NP*D)_{lm} + e_{ijklmn}$$

Donde:  $\mu$  = media general;  $A_i$  = efecto del  $i$ -ésimo año de parto ( $i=1,2$  y  $3$ );  $E_j$  = efecto de la  $j$ -ésima época de parto ( $j=1$  y  $2$ );  $GEN_k$  = efecto del  $k$ -ésimo grupo genético de la vaca ( $k=1, 2...4$ );  $NP_l$  = efecto del  $l$ -ésimo parto de la vaca ( $l=1,2...5$ );  $D_m$  = efecto del  $m$ -ésimo día posparto ( $m=70,126$  y  $182$ );  $(A*E)_{ij}$  = efecto de la interacción entre el  $i$ -ésimo año de parto y la  $j$ -ésima época de parto;  $(A*GEN)_{ik}$  = efecto de la interacción entre el  $i$ -ésimo año de parto y el  $k$ -ésimo grupo genético de la vaca;  $(A*NP)_{il}$  = efecto de la interacción entre el  $i$ -ésimo año de parto y el  $l$ -ésimo número de parto;  $(A*D)_{im}$  = efecto de la interacción entre el  $i$ -ésimo

(GEN), year of birth (A), calving number (NP), calving season (E) and postpartum days (D). For PN and PA210, models included GEN, NP, A and E effects. All final models included only interactions of two factors ( $P < 0.25$ ) significant in preliminary analysis.

The preliminary statistical model used for G%, P%, L%, SNG%, GP, PP, LP and SNGP was as follows:

$$Y_{ijklmn} = \mu + A_i + E_j + GEN_k + NP_l + D_m + (A*E)_{ij} + (A*GEN)_{ik} + (A*NP)_{il} + (A*D)_{im} + (E*GEN)_{jk} + (E*NP)_{jl} + (E*D)_{jm} + (GEN*NP)_{kl} + (GEN*D)_{km} + (NP*D)_{lm} + e_{ijklmn}$$

Where  $\mu$  = overall mean ;  $A_i$  = effect of the  $i$ <sup>th</sup> calving year ( $i=1, 2$  and  $3$ );  $E_j$  = effect of the  $j$ <sup>th</sup> calving season ( $j = 1$  and  $2$ );  $GEN_k$  = effect of the  $k$ <sup>th</sup> genetic group of the cow ( $k=1, 2 \dots 4$ );  $NP_l$  = effect of the  $l$ <sup>th</sup> calving of the cow ( $l=1, 2, \dots 5$ );  $D_m$  = effect of the  $m$ <sup>th</sup> postpartum day ( $m=70, 126$  and  $182$ );  $(A*E)_{ij}$  = effect of the interaction between the  $i$ <sup>th</sup> year of calving and the  $j$ <sup>th</sup> calving season;  $(A*GEN)_{ik}$  = effect of the interaction between the  $i$ <sup>th</sup> year of calving and the  $k$ <sup>th</sup> cow genetic group;  $(A*NP)_{il}$  = effect of the interaction between the  $i$ <sup>th</sup> year of calving and the  $l$ <sup>th</sup> calving number;  $(A*D)_{im}$  = effect of the interaction between the  $i$ <sup>th</sup> calving year and the  $m$ <sup>th</sup> postpartum day;  $(E*GEN)_{jk}$  = effect of the interaction between the  $j$ <sup>th</sup> calving season and the  $k$ <sup>th</sup> cow genetic group;  $(E*NP)_{jl}$  = effect of the interaction between the  $j$ <sup>th</sup> calving season and the  $l$ <sup>th</sup> calving number;  $(E*D)_{jm}$  = effect of the interaction between the  $j$ <sup>th</sup> calving season and the  $m$ <sup>th</sup> postpartum day;  $(GEN*NP)_{kl}$  = effect of the interaction between the  $k$ <sup>th</sup> cow genetic group and the  $l$ <sup>th</sup> calving number;  $(GEN*D)_{km}$  = effect of the interaction between the  $k$ <sup>th</sup> cow genetic group and the  $m$ <sup>th</sup> postpartum day;  $(NP*D)_{lm}$  = effect of the interaction between the  $l$ <sup>th</sup> calving number and the  $m$ <sup>th</sup> postpartum day; and  $e_{ijklmn}$  = random error NI ( $0, \sigma_e^2$ ).

Contrasts<sup>(20)</sup> were used to estimate differences between direct genetic and maternal genetic effects of Criollo and Guzerat and also to estimate the effect of individual ( $h^i$ ) and maternal ( $h^m$ ) heterosis.

año de parto y el m-ésimo día posparto;  $(E*GEN)_{jk}$ =efecto de la interacción de la j-ésima época de parto y el k-ésimo grupo genético de la vaca;  $(E*NP)_{jl}$ =efecto de la interacción de la j-ésima época de parto y el l-ésimo número de parto;  $(E*D)_{jm}$ =efecto de la interacción de la j-ésima época de parto y el m-ésimo día posparto;  $(GEN*NP)_{kl}$ =efecto de la interacción del k-ésimo grupo genético de la vaca y del l-ésimo número de parto;  $(GEN*D)_{km}$ =efecto de la interacción del k-ésimo grupo genético de la vaca y del m-ésimo día posparto;  $(NP*D)_{lm}$ =efecto de la interacción del l-ésimo número de parto y del m-ésimo día posparto;  $e_{ijklm}$ =efecto residual distribuido NI (0,  $\sigma_e^2$ ).

Se utilizaron contrastes<sup>(20)</sup> para estimar las diferencias entre los efectos genéticos directos y maternos Criollo y Guzerat, y también para estimar el efecto de la heterosis individual ( $h^i$ ) y materna ( $h^m$ ) sobre las variables estudiadas.

Se estimaron correlaciones simples de los residuos de los componentes de la leche en porcentaje (%G, %P, %L y %SNG) y en kilogramos (GP, PP, LP, SNGP) con PA210.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan las medias de cuadrados mínimos y los errores estándar por grupo genético para PN, PA210 y para los componentes de la leche en porcentaje y en kilogramos.

### *Porcentaje y kilogramos de grasa*

Los resultados del presente estudio sugieren que el grupo genético de la vaca no determinó la cantidad de energía disponible en la leche para la cría, puesto que no se detectaron diferencias entre grupos genéticos ( $P>0.05$ ) para %G o GP (Cuadro 1). En otros estudios tampoco se han detectado diferencias al comparar porcentajes o kilogramos de grasa en la leche de vacas *B. indicus* x *B. taurus* y vacas *B. taurus* a los 150 días de lactancia<sup>(21)</sup> o de vacas *B. taurus* x *B. taurus* a los 180 días de lactancia<sup>(9)</sup>. Porcentajes similares de grasa en la leche ( $P>0.05$ ) también fueron

Residual correlations were estimated between percentages (G%, P%, L% and SNGP %) and kg (GP, PP, LP and SNGP) of milk components and PA210.

## RESULTS AND DISCUSSION

Least squares means and standard errors for genetic group of the cow for PN, PA210 and milk components are shown in Table 1.

### *Kilograms and percentage of fat yield*

Results obtained in the present study indicate that cow genetic group did not determine energy availability in milk for calves, as no differences ( $P>0.05$ ) between genetic groups were found for G% or GP (Table 1). These results are in agreement with what is reported by other authors in studies carried out in *B. indicus*\**B. taurus* and *B. taurus* dams at 150 d of lactation<sup>(21)</sup> or in *B. taurus*\**B. taurus* cows at 180 d of lactation<sup>(9)</sup>. Similar fat percentages were reported for Angus and Brahman cows and reciprocal crosses at 200 d of lactation<sup>(22)</sup>, for *B. taurus* cows and their crosses at 154 d of lactation<sup>(10)</sup> and for Brahman and *B. taurus*\*Zebu crosses at 201 d of lactation<sup>(23)</sup>. In contrast, other authors reported significant differences ( $P<0.05$ ) when fat content, either as percentage or kg, of Brahman vs Angus cows was compared<sup>(24)</sup>, as well as between Brahman\*Hereford and Hereford cows<sup>(21)</sup> and between Simmental and Angus vs Holstein cows<sup>(25)</sup>.

### *Kilograms and percentage of protein yield*

Milk from G, GC and CG cows presented more P% than milk from G cows (Table 1). In agreement with these results, another study carried out on cows of four genetic groups found significant ( $P<0.05$ ) differences at 63 d of lactation for P% between Nelore, Nelore\*Charolais and Charolais cows<sup>(13)</sup>. Similarly, data from cows of *B. taurus* breeds and crosses of *B. taurus* and *B. indicus* reported greater P% in milk from Simmental and Angus cows when compared to Holstein dams at 30 d of lactation<sup>(25)</sup> and in milk from Jersey\*Angus compared to Brown Swiss\*Hereford and Brown

reportados entre vacas Brahman, Angus y sus cruza a los 200 días de lactancia<sup>(22)</sup>, entre vacas de razas *B. taurus* y sus cruza a los 154 días de lactancia<sup>(10)</sup> y entre vacas Brahman y vacas *B. taurus* x *Cebú* a los 201 días de lactancia<sup>(23)</sup>. En contraste, otros experimentos sí han detectado diferencias importantes ( $P < 0.05$ ) al comparar porcentajes o kilogramos de grasa en la leche de vacas Brahman vs vacas Angus<sup>(24)</sup>, de vacas Brahman x Hereford o Brahman x Angus vs vacas Hereford<sup>(21)</sup> y de vacas Simmental y vacas Angus vs vacas Holstein<sup>(25)</sup>.

*Porcentaje y kilogramos de proteína*

La leche de vacas C, GC y CG tuvo mayor %P ( $P < 0.05$ ) que la leche de vacas G (Cuadro 1). Coincidiendo con estos resultados, un experimento que incluyó vacas de cuatro grupos genéticos también estableció diferencias significativas a los 63 días de lactancia, entre los porcentajes de proteína en la leche de vacas Nelore y Nelore x Charolais comparadas con vacas Charolais<sup>(13)</sup>. De igual manera, información generada por vacas de razas *B. taurus* y cruzadas *B. taurus* x *B. indicus* estableció mayores porcentajes de proteína en la leche de vacas Simmental y Angus comparadas con Holstein a los 30 días de lactancia<sup>(25)</sup> y en la leche

Swiss\*Angus cows at 180 d of lactation<sup>(9)</sup>. On the contrary, other authors did not find significant differences for P% in milk from *B. indicus*, *B. taurus* and *B. indicus* \**B. taurus* cows<sup>(21,22,23)</sup>. In the present study, no significant differences ( $P > 0.05$ ) between genetic groups for PP were found (Table 1). In contrast, comparisons between Brahman\*Angus and Brahman\*Hereford with Hereford cows<sup>(21)</sup> and between Angus\*Zebu and Brown Swiss\*Zebu with Brahman cows<sup>(23)</sup>, indicate that the crossbred yielded more kilograms of protein ( $P < 0.05$ ) than either Hereford or Brahman cows. Similarly, differences for PP were found between *B. taurus*\**B. taurus* crossbred cow groups<sup>(9)</sup>.

*Kilograms and percentage of lactose yield*

No significant differences ( $P > 0.05$ ) between genetic groups were found for L%. However, G, GC and CG cows yielded more LP ( $P < 0.05$ ) than C cows (Table 1). In agreement with these results, a study where cows from six *B. taurus* breeds and Brahman\**B. taurus* crosses were compared, reported that Brahman\**B. taurus* dams yielded more LP at 150 d of lactation ( $P < 0.05$ ), although no differences between groups were found for L% at the same sampling date<sup>(21)</sup>. The same, other authors did not

Cuadro 1. Medias de cuadrados mínimos y errores estándar por grupo genético para peso al nacer (PN), peso ajustado a 210 días de edad (PA210) y porcentajes y kilogramos de grasa, proteína, lactosa y sólidos no grasos (SNG)

Table 1. Least squares means and standard errors for birth weight (PN), 210-d weaning weight (PA210) and percentages and kilograms of the following milk components: fat, protein, lactose and non fat solids (SNG) by genetic group of the cow

Genetic group		Fat	Protein	Lactose	SNG	PN	PA210
G	%	2.80 ± 0.2	3.56 ± 0.1 <sup>a</sup>	4.79 ± 0.1	9.09 ± 0.1	33.45 ± 0.6 <sup>a</sup>	188.08 ± 3.7 <sup>a</sup>
	kg	25.9 ± 1.6	33.9 ± 1.3	47.1 ± 1.8 <sup>a</sup>	88.2 ± 3.3 <sup>a</sup>		
GC	%	2.98 ± 0.2	3.83 ± 0.1 <sup>b</sup>	4.82 ± 0.1	9.36 ± 0.1	30.98 ± 0.8 <sup>b</sup>	190.39 ± 4.9 <sup>a</sup>
	kg	29.5 ± 2.4	38.2 ± 1.8	52.1 ± 2.6 <sup>a</sup>	98.9 ± 4.7 <sup>a</sup>		
CG	%	3.09 ± 0.2	3.72 ± 0.1 <sup>b</sup>	4.75 ± 0.1	9.19 ± 0.1	30.24 ± 0.6 <sup>b</sup>	181.93 ± 3.7 <sup>a</sup>
	kg	28.8 ± 1.8	37.2 ± 1.4	48.6 ± 2.0 <sup>a</sup>	93.2 ± 3.7 <sup>a</sup>		
C	%	2.81 ± 0.1	3.88 ± 0.1 <sup>b</sup>	4.71 ± 0.1	9.29 ± 0.1	30.38 ± 0.7 <sup>b</sup>	158.93 ± 4.2 <sup>b</sup>
	kg	22.3 ± 1.7	31.6 ± 1.3	39.5 ± 1.8 <sup>b</sup>	76.9 ± 3.3 <sup>b</sup>		

G= Guzerat; C= Criollo; GC= Guzerat\*Criollo; CG= Criollo\*Guzerat.

<sup>ab</sup> Values within columns and same measurements units with different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).

de vacas Jersey x Angus comparadas con vacas Suizo x Hereford y Suizo x Angus a los 180 días de lactancia<sup>(9)</sup>. Por otro lado, también existen estudios que señalan la no significancia entre porcentajes de proteína en la leche de vacas *B. indicus*, *B. taurus* y *B. indicus* x *B. taurus*<sup>(21,22,23)</sup>. En el presente estudio no se detectaron diferencias ( $P > 0.05$ ) entre grupos genéticos para PP (Cuadro 1). En contraste, comparaciones realizadas entre vacas Brahman x Angus y Brahman x Hereford vs vacas Hereford<sup>(21)</sup> y entre vacas Angus x Cebú y Suizo Pardo x Cebú vs vacas Brahman<sup>(23)</sup> mostraron que las vacas cruzadas produjeron más kilogramos de proteína ( $P < 0.05$ ) que las vacas Hereford y las vacas Brahman. De igual manera, se han detectado diferencias para kilogramos de proteína entre grupos de vacas cruzadas *B. taurus* x *B. taurus*<sup>(9)</sup>.

#### *Porcentaje y kilogramos de lactosa*

No se detectaron diferencias ( $P > 0.05$ ) entre los grupos genéticos para %L, sin embargo, las vacas G, GC y CG produjeron más LP ( $P < 0.05$ ) que las vacas C. (Cuadro 1). Coincidiendo con estos resultados, un experimento en el que se compararon vacas de seis razas *B. taurus* y vacas Brahman x *B. taurus* determinó que las vacas Brahman x *B. taurus* produjeron más kilogramos de lactosa al día 150 de lactancia ( $P < 0.05$ ), sin que se detectaran diferencias entre los grupos genéticos para los porcentajes de la misma variable para el mismo día de muestreo<sup>(21)</sup>. Otros autores tampoco han encontrado diferencias entre los porcentajes de lactosa de vacas Nelore, Charolais y sus cruza evaluadas al día 63 de lactancia<sup>(13)</sup> o de vacas de razas *B. taurus* y vacas cruzadas *B. taurus* x *B. taurus* evaluadas al día 154 de lactancia<sup>(10)</sup>.

#### *Porcentaje y kilogramos de sólidos no grasos*

No se detectaron diferencias entre los grupos genéticos para %SNG. Las vacas G, GC y CG produjeron más SNGP ( $P < 0.05$ ) que las vacas C. (Cuadro 1). A diferencia del presente estudio, otro trabajo si reportó diferencias importantes ( $P < 0.05$ ) entre porcentajes de sólidos no grasos de vacas Hereford y Bahman x Angus, además de encontrar diferencias entre kilogramos de sólidos no grasos producidos por vacas Angus x Hereford, Brahman

find differences for L% in cows from Nelore and Charolais breeds and their crosses at 63 d of lactation<sup>(13)</sup>, or in either *B. taurus* or *B. taurus*\**B. taurus* cows at 154 d of lactation<sup>(10)</sup>.

#### *Kilograms and percentage of non fat solids yield*

No significant differences ( $P > 0.05$ ) between genetic groups were found for SNG%. Nevertheless, G, GC and CG cows yielded more SNGP ( $P < 0.05$ ) than C cows (Table 1). In contrast, another study reported significant differences ( $P < 0.05$ ) for SNG% between Hereford and Brahman\*Angus cows, and also for SNGP between Angus\*Hereford, Brahman\*Hereford and Brahman\*Angus cows at 150 d of lactation<sup>(21)</sup>. On the other hand, when cows of *B. taurus*\**B. taurus* groups were compared, differences ( $P < 0.05$ ) for both SNGP and SNG% were found at 180 d of lactation<sup>(9)</sup>. In another study<sup>(23)</sup>, in which total milk solids were evaluated, it was found that Angus\*Zebu cows yielded more for whole lactation ( $P < 0.05$ ) than either Hereford\*Zebu, Charolais\*Zebu or Brahman cows. However, the same study acknowledges similar total milk solids percentages for these genotypes. Besides, results indicating differences ( $P < 0.05$ ) between total milk solids in Angus and Simmental cows have been published<sup>(25)</sup>.

In general, results for kilograms of milk components shown in Table 1 suggest a higher potential for fat ( $29.5 \pm 2.4$  and  $28.8 \pm 1.8$  kg), protein ( $38.2 \pm 1.8$  and  $37.2 \pm 1.4$  kg), lactose ( $52.1 \pm 2.6$  and  $48.6 \pm 2.0$  kg) and non fat solids ( $98.9 \pm 4.7$  and  $93.2 \pm 3.7$  kg) production in GC and CG cows when compared to fat ( $25.9 \pm 1.6$  and  $22.3 \pm 1.7$  kg), protein ( $33.9 \pm 1.3$  and  $31.6 \pm 1.3$  kg), lactose ( $47.1 \pm 1.8$  and  $39.5 \pm 1.8$  kg) and non fat solids ( $88.2 \pm 3.3$  and  $76.9 \pm 3.3$  kg) production in G and C cows.

#### *Birth and 210-d weaning weight*

Guzerat cows calved heavier calves ( $P < 0.05$ ) than C, GC or CG cows. PA210 calves weight was greater in G, GC and CG than in C cows ( $P < 0.05$ ). Calves from crossbred cows weighed less at birth than those from G cows ( $P < 0.05$ ), though weaning weight was similar in the three genetic groups.

x Hereford y Brahman x Angus a los 150 días de lactancia<sup>(21)</sup>. Por otro lado, comparaciones entre grupos de vacas cruzadas *B. taurus* x *B. taurus* demostraron diferencias tanto para porcentajes como para kilogramos de sólidos totales ( $P < 0.05$ ) a los 180 días de lactancia<sup>(9)</sup>. En otro experimento, en el que también se evaluaron sólidos totales en leche, se determinó que vacas Angus x Cebú produjeron más kilogramos por lactancia ( $P < 0.05$ ) que vacas Hereford x Cebú, Charolais x Cebú y Brahman, sin embargo, el mismo estudio estableció porcentajes similares de sólidos totales en la leche de los genotipos evaluados<sup>(23)</sup>. También se han publicado resultados que indican diferencias importantes entre porcentajes de sólidos totales de vacas Angus y Simmental a los 30 días de lactancia<sup>(25)</sup>.

En general, los resultados para componentes de la leche en kilogramos que se presentan en el Cuadro 1 sugieren un mayor potencial para la producción de grasa ( $29.5 \pm 2.4$  y  $28.8 \pm 1.8$  kg), proteína

This suggests a better performance of crossbred cows and their calves during the birth-weaning period relative to G cows and their calves. Weaning weight of calves from crossbred cows were 23 and 31 kg heavier, on average, than calves from C cows. Results in the present study show the importance of mixing local populations in order to achieve a better calf yield at weaning, so cow-calf farms in Nayarit could profit from using F1 crossbred cows instead of C or G cows. Other studies confirm this assumption, pointing out the advantages of using crossbred cows to increase the efficiency of feedlot calves production<sup>(15,16,26)</sup>.

Estimates of  $h^i$  for milk components and  $h^m$  for PN and PA210, differences of direct (Guzerat-Criollo) and maternal (Criollo-Guzerat) genetic effects for PN, PA210 and milk components, and residual correlations between PA210 and milk components in percentage ( $r_{\%}$ ) and kg ( $r_{kg}$ ) are given in Table 2.

Cuadro 2. Heterosis individual ( $h^i$ ) y materna ( $h^m$ ) Criollo-Guzerat y diferencias entre efectos genéticos directos<sup>a</sup> y maternos<sup>b</sup> para peso al nacer (PN), peso ajustado a 210 días de edad (PA210), componentes de la leche en porcentaje y en kilogramos y correlaciones residuales entre los componentes en porcentaje ( $r_{\%}$ ) y en kilogramos ( $r_{kg}$ ) con PA210

Table 2. Individual ( $h^i$ ) and maternal heterosis ( $h^m$ ) Criollo-Guzerat and differences between direct<sup>a</sup> and maternal<sup>b</sup> genetic effects for birth weight (PN), 210-days weaning weights (PA210), milk components in percentage and kilograms and residual correlations between PA210 and milk components in percentage ( $r_{\%}$ ) and kilograms ( $r_{kg}$ )

Genetic effects		Direct	Maternal	$h^i$	$h^m$	$r_{\%}$	$r_{kg}$
Fat	%	-0.118 ± 0.228 ns	-0.108 ± 0.186 ns	0.226 ± 0.1 <sup>ns</sup>		0.04 ns	0.16 *
	kg	4.34 ± 3.4 ns	0.68 ± 2.8 ns	5.07 ± 1.9 *			
Protein	%	-0.207 ± 0.102 *	0.108 ± 0.0842 ns	0.0529 ± 0.1 ns			
	kg	3.38 ± 2.5 ns	1.06 ± 2.1 ns	4.97 ± 1.5 *		-0.18 *	0.13 ns
Lactose	%	0.148 ± 0.100 ns	0.0710 ± 0.0825 ns	0.0298 ± 0.6 ns			
	kg	11.08 ± 3.7 *	3.48 ± 3.0 ns	7.04 ± 2.1 *		-0.0 ns	0.21 *
SNG <sup>c</sup>	%	-0.034 ± 0.143 ns	0.165 ± 0.117 ns	0.0870 ± 0.1 ns			
	kg	16.98 ± 6.6 *	5.64 ± 5.4 ns	13.48 ± 3.8 *		-0.13 ns	0.19 *
PN	kg	3.80 ± 1.1 *	0.74 ± 0.8 ns		-1.30 ± 0.6 *		
PA210	kg	37.60 ± 7.6 *	8.45 ± 5.6 ns		12.65 ± 4.2 *		

\* ( $P < 0.05$ ); ns Non significant

<sup>a</sup> Direct genetic effects = Guzerat - Criollo.

<sup>b</sup> Maternal genetic effects = Criollo - Guzerat.

<sup>c</sup> SNG = Non fat solids.



( $38.2 \pm 1.8$  y  $37.2 \pm 1.4$  kg), lactosa ( $52.1 \pm 2.6$  y  $48.6 \pm 2.0$  kg) y sólidos no grasos ( $98.9 \pm 4.7$  y  $93.2 \pm 3.7$  kg) de las vacas GC y CG comparadas con la producción de grasa ( $25.9 \pm 1.6$  y  $22.3 \pm 1.7$  kg), proteína ( $33.9 \pm 1.3$  y  $31.6 \pm 1.3$  kg), lactosa ( $47.1 \pm 1.8$  y  $39.5 \pm 1.8$  kg) y sólidos no grasos ( $88.2 \pm 3.3$  y  $76.9 \pm 3.3$  kg) de las vacas G y C.

#### *Peso al nacer y peso al destete ajustado a los 210 días de edad*

Las vacas G parieron becerros más pesados ( $P < 0.05$ ) que las vacas C, GC y CG. El PA210 de los becerros fue mayor ( $P < 0.05$ ) en vacas G, GC y CG que en becerros de vacas C. Las crías de vacas cruzadas pesaron menos al nacer ( $P < 0.05$ ) que las crías de vacas G, sin embargo, los pesos al destete fueron similares entre las crías de los tres grupos genéticos. Lo anterior sugiere un mejor comportamiento productivo durante el período nacimiento-destete de las vacas cruzadas y sus crías en relación a las vacas G y sus crías. Las vacas cruzadas también destetaron crías 23 y 31 kg más pesadas, en promedio, que las crías de vacas C. Los resultados del presente estudio muestran la importancia de combinar poblaciones locales para mejorar la producción de becerros al destete. Lo anterior al documentar las ventajas de utilizar vacas cruzadas F1, en lugar de vacas Criollo o Cebú, en los ranchos que producen becerros para engorda en la región tropical de Nayarit. Otros estudios también han señalado la importancia de utilizar vacas cruzadas para mejorar la eficiencia en la producción de becerros para engorda<sup>(15,16,26)</sup>.

En el Cuadro 2 se presentan los estimadores de  $h^i$  para componentes de la leche y de  $h^m$  para PN y PA210; también se muestran las diferencias entre efectos genéticos directos (Guzerat-Criollo) y maternos (Criollo-Guzerat) para todas las variables analizadas y las correlaciones residuales entre PA210 y los componentes de la leche en porcentaje ( $r\%$ ) y en kilogramos ( $r_{kg}$ ).

#### *Heterosis*

Los efectos de  $h^i$  no influyeron ( $P > 0.05$ ) sobre los componentes de la leche en porcentaje. En

#### *Heterosis*

Milk components in percentage were not influenced by  $h^i$  effects ( $P > 0.05$ ). In contrast,  $h^i$  influenced milk components in kg ( $P < 0.05$ );  $h^m$  was important for PN and PA210 (Table 2). Other authors have stated the non significance of  $h^i$  to determine percentage of milk components. A study carried out on Hereford\*Red Poll cows found negative heterosis and non significant ( $P > 0.05$ ) values for fat, protein, lactose and non fat solids percentages at 60, 105 and 150 d of lactation<sup>(21)</sup>. Likewise, another study performed on Hereford\*Angus, Shorthorn\*Hereford and Angus\*Shorthorn cows reported non significant ( $P > 0.05$ ) heterosis values for protein, lactose and non fat solids percentages at 42 and 210 d of lactation<sup>(27)</sup>. However, results from other study found non significant values for fat percentage in Brahman cows at 200 d of lactation, but suggested that heterosis could be important for determining protein content in milk<sup>(22,28)</sup>. In agreement with the present study, an experiment carried out on Hereford\*Red Poll cows reported significant values ( $P < 0.05$ ) at 150 d of lactation for fat, protein, lactose and non fat solids content in milk<sup>(21)</sup>.

Effects due to  $h^m$  were significant and favorable ( $P < 0.05$ ) decreasing PN ( $h^i = -1.30 \pm 0.6$  kg) and increasing PA210 ( $h^m = 12.65 \pm 4.2$ ) (Table 2). In other studies maternal heterosis has also been identified as a significant ( $P < 0.10$ ) factor for increasing<sup>(29)</sup> or decreasing<sup>(30)</sup> birth weight of calves from Brahman \*Angus cows. However, other studies suggest that maternal heterosis has little or no influence on birth weight of calves in either *B. taurus* \**B. taurus* or *B. indicus* \**B. taurus* populations<sup>(15,30,31)</sup>. On the other hand, the favorable effect of  $h^m$  on PA210 found in the present study is in agreement with what is reported by several authors who point out the advantages of using crossbred cows as a strategy to increase the weaning weight of calves<sup>(15,16,29)</sup>.

#### *Direct and maternal genetic effects*

Differences between maternal genetic effects were non significant for any of the variables (Table 2). Conversely, differences between direct genetic

contraste,  $h^i$  fue importante ( $P < 0.05$ ) para determinar los componentes de la leche en kilogramos y  $h^m$  para determinar PN y PA210 (Cuadro 2). Otros autores también han establecido la poca importancia que tiene la heterosis individual para determinar los componentes de la leche en porcentaje. Así, un estudio realizado con vacas Hereford x Red Poll estimó valores de heterosis negativos y no significativos ( $P > 0.05$ ) para porcentajes de grasa, proteína, lactosa y sólidos no grasos a los 60, 105 y 150 días de lactancia<sup>(21)</sup>. De igual manera, en un experimento realizado con vacas Hereford x Angus, Shorthorn x Hereford y Angus x Shorthorn se encontraron valores insignificantes ( $P > 0.05$ ) de heterosis para porcentajes de grasa, de sólidos no grasos y de sólidos totales a los 42 y 210 días de lactancia<sup>(27)</sup>. Por otro lado, existen resultados que establecen valores de heterosis no significativos para porcentaje de grasa en la leche de vacas Brahman x Angus a los 200 días de lactancia, pero que también sugieren que la heterosis puede ser importante para determinar el porcentaje de proteína en la leche de estas vacas<sup>(22,28)</sup>. Coincidiendo con el presente estudio, un experimento realizado con vacas Hereford x Red Poll también detectó valores de heterosis relevantes ( $P < 0.05$ ) a los 150 días de lactancia, para kilogramos de grasa, proteína, lactosa y sólidos no grasos<sup>(21)</sup>.

La efectos de  $h^m$  fueron importantes ( $P < 0.05$ ) y favorables al disminuir PN ( $h^m = -1.30 \pm 0.6$  kg) y aumentar PA210 ( $h^m = 12.65 \pm 4.2$  kg) (Cuadro 2). En otros estudios también se ha detectado a la heterosis materna como un factor importante ( $P < 0.10$ ) para disminuir<sup>(29)</sup> o aumentar<sup>(30)</sup> el peso al nacer de crías de vacas Brahman x Angus. Otros resultados, sin embargo, señalan la poca importancia de la heterosis materna para determinar el peso al nacer tanto en poblaciones *B. taurus* x *B. taurus* como en poblaciones *B. indicus* x *B. taurus*<sup>(15,30,31)</sup>. Por otro lado, el efecto favorable ( $P < 0.05$ ) de  $h^m$  sobre PA210 detectado en el presente estudio (Cuadro 2), coincide con lo publicado por diversos autores quienes señalan las ventajas de utilizar vacas cruzadas como una estrategia para incrementar el peso al destete de las crías al aprovechar los efectos de la heterosis en las vacas<sup>(15,16,29)</sup>.

effects for protein percentages were significant ( $P < 0.05$ ) and favorable to Criollo in 0.20 percentage points. For milk components direct genetic effects in lactose and non fat solids were significant ( $P < 0.05$ ) and favorable to Guzerat in  $11.08 \pm 3.7$  and  $16.98 \pm 6.36$  kg, respectively. Likewise, differences in direct genetic effects for PN and PA210 favored Guzerat ( $P < 0.05$ ) in  $3.80 \pm 1.1$  and  $37.60 \pm 7.6$  kg, respectively.

In agreement with results from the present study, other authors have reported no differences between maternal genetic effects of Brahman and Angus cattle for fat or protein percentage<sup>(22,28)</sup>, between maternal genetic effects of Hereford and Red Poll cattle for fat, protein and non fat solids as percentage and kilograms<sup>(21)</sup>, or between maternal genetic effects of Hereford and Angus cattle for fat, non fat solids and total solids percentage<sup>(27)</sup>. Similarly, a study reported non significant ( $P > 0.01$ ) differences between maternal genetic effects for birth and weaning weight between Angus and Shorthorn or between Angus and Simmental cattle<sup>(27)</sup>. In contrast, other experiments have reported significant differences ( $P < 0.05$ ) between maternal genetic effects of Brahman and Angus and Charolais and Angus cattle for birth and weaning weight<sup>(32)</sup> and between maternal genetic effects of Hereford and Red Poll for the same traits<sup>(33)</sup>.

The importance of direct genetic effects on milk components has been assessed in Brahman and Angus cattle with differences favoring Brahman for fat content at 173 ( $P < 0.10$ ) and 200 ( $P < 0.01$ ) days of lactation. Nevertheless, in the same cattle populations differences were non significant for protein content<sup>(22,28)</sup>. Other authors, in agreement with results from the present study, reported significant differences between direct genetic effects for birth and weaning weight in Hereford and Red Poll cattle with  $2.6 \pm 1.2$  kg favorable to Hereford for birth weight and  $9.4 \pm 5.3$  kg favorable to Red Poll for 200-d weaning weight ( $P < 0.05$ )<sup>(3)</sup>. Similarly, in another study differences in direct genetic effects between Brahman and Angus were found for birth ( $6.1 \pm 0.9$  kg) and weaning ( $8.0 \pm 4.0$  kg) weights<sup>(30)</sup>.

*Efectos genéticos directos y maternos*

Las diferencias entre los efectos genéticos maternos no fueron significativas para ninguna de las variables analizadas (Cuadro 2). Las diferencias entre los efectos genéticos directos para porcentaje de proteína fueron favorables ( $P < 0.05$ ) a Criollo en 0.20 puntos porcentuales. Para componentes de la leche en kilogramos las diferencias entre los efectos genéticos directos para lactosa y sólidos no grasos fueron favorables ( $P < 0.05$ ) para Guzerat en  $11.08 \pm 3.7$  y  $16.98 \pm 6.6$  kg. De igual manera, las diferencias entre efectos genéticos directos para PN y PA210 favorecieron a Guzerat ( $P < 0.05$ ) en  $3.80 \pm 1.1$  y  $37.60 \pm 7.6$  kg.

Coincidiendo con los resultados del presente estudio, otros autores tampoco han detectado diferencias entre efectos genéticos maternos de ganado Brahman y Angus para porcentaje de grasa o proteína<sup>(22,28)</sup>; entre efectos genéticos maternos de ganado Hereford y Red Poll para porcentaje y kilogramos de grasa, proteína, lactosa y sólidos no grasos<sup>(21)</sup> o entre efectos genéticos maternos de ganado Hereford y Angus para porcentaje de grasa, sólidos no grasos y sólidos totales<sup>(27)</sup>. Las diferencias entre efectos genéticos maternos tampoco se han detectado importantes ( $P > 0.01$ ) para peso al nacer o al destete entre Angus y Shorthorn o Angus y Simmental<sup>(27)</sup>. En contraste, existen resultados que muestran diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) para peso al nacer y al destete entre efectos genéticos maternos de Brahman y Angus o Charolais y Angus<sup>(32)</sup> y entre efectos genéticos maternos de Red Poll y Hereford<sup>(33)</sup>.

La importancia de los efectos genéticos directos sobre componentes de la leche ha sido evaluada en ganado Brahman y Angus encontrándose diferencias a favor de Brahman en el contenido de grasa en la leche a los 173 ( $P < 0.10$ ) y 200 ( $P < 0.01$ ) días de lactancia, sin embargo, en las mismas poblaciones y para porcentaje de proteína las diferencias fueron pequeñas y no significativas<sup>(22,28)</sup>. Coincidiendo con el presente estudio, otros experimentos también han detectado diferencias importantes entre efectos genéticos directos para peso al nacer y al destete. Así, resultados obtenidos con ganado Hereford y Red Poll mostraron efectos favorables para Hereford

*Correlations*

Correlations between milk components in percentage and PA210 were non significant ( $P > 0.05$ ) except for P% ( $r_{\%} = -0.18$ ). This suggests that milk quality had an insignificant influence on weaning weight of calves. On the other hand, significant correlations ( $P < 0.05$ ) were detected between kg of milk components and PA210 for GP ( $r_{kg} = 0.16$ ), LP ( $r_{kg} = 0.21$ ) and SNGP ( $r_{kg} = 0.19$ ), while correlation between PA210 and PP ( $r_{kg} = 0.13$ ) was non significant (Table 2). These results indicate the importance that kilograms of milk components can have throughout lactation to determine the weaning weight of calves.

In agreement with the present study, other authors have found higher correlations when milk components are expressed in kilograms than when expressed as percentages. Thus, a study carried out on *B. taurus*\**B. taurus* cows found a highly significant correlation ( $P < 0.01$ ) between milk components expressed in kilograms and preweaning average daily gain but insignificant ( $P > 0.05$ ) for milk components as percentages for fat ( $r_{kg} = 0.37$  and  $r_{\%} = 0.13$ ), protein ( $r_{kg} = 0.3$  and  $r_{\%} = 0.05$ ), lactose ( $r_{kg} = 0.42$  and  $r_{\%} = 0.18$ ) and non fat solids ( $r_{kg} = 0.42$  and  $r_{\%} = 0.18$ )<sup>(21)</sup>. Likewise, correlations estimated between weaning weight and milk components in a study<sup>(22)</sup> carried out on *B. indicus* and *B. taurus*\**B. indicus* cows, were significant in kilograms ( $P < 0.05$ ) but insignificant in percentages ( $P > 0.05$ ) of fat ( $r_{kg} = 0.27$  and  $r_{\%} = -0.02$ ), protein ( $r_{kg} = 0.47$  and  $r_{\%} = 0.17$ ) and total solids ( $r_{kg} = 0.36$  and  $r_{\%} = 0.02$ )<sup>(23)</sup>. Other studies have also detected significant correlations ( $P < 0.0001$ ) between 205-d weight and kilograms of milk protein ( $r_{kg} = 0.50$ ) and milk fat ( $r_{kg} = 0.33$ ) in Angus cattle<sup>(12)</sup> and between 200-d weight and kg of milk fat ( $r_{kg} = 0.77$ ) and total solids ( $r_{kg} = 0.80$ ) in *B. taurus* and crossbred cattle<sup>(8)</sup>, these correlations were insignificant when milk components as percentages were considered. In general, results from the present study and from literature indicate that milk components in percentage are irrelevant to determine the weaning weight of calves. In contrast, milk components expressed in kilograms are important factors influencing this trait.

en  $2.6 \pm 1.2$  kg para peso al nacer, y efectos favorables para Red Poll ( $P < 0.05$ ) en  $9.4 \pm 5.3$  kilogramos para peso a 200 días de edad<sup>(33)</sup>. De igual manera, en otro estudio se detectaron mayores efectos genéticos directos para peso al nacer ( $6.1 \pm 0.9$  kg) y al destete ( $8.0 \pm 4.0$ ) de Brahman comparado con Angus<sup>(30)</sup>.

#### Correlaciones

Las correlaciones entre PA210 y los componentes de la leche en porcentaje no fueron significativas ( $P > 0.05$ ), excepto para %P ( $r_{\%} = -0.18$ ). Lo anterior sugiere que, en las condiciones del presente estudio, la calidad de la leche influyó poco el peso al destete de las crías. Por otro lado, para componentes de la leche en kilogramos se detectaron correlaciones importantes ( $P < 0.05$ ) de PA210 con GP ( $r_{kg} = 0.16$ ), con LP ( $r_{kg} = 0.21$ ) y con SNGP ( $r_{kg} = 0.19$ ), sin que fuera significativa la correlación con PP ( $r_{kg} = 0.13$ ) (Cuadro 2). Estos resultados señalan la importancia que los kilogramos de componentes de leche consumidos durante la lactancia pudieron tener sobre el peso al destete de los becerros.

Coincidiendo con el presente estudio, otros autores también han detectando mayores correlaciones cuando los componentes de la leche se expresan en kilogramos y menores cuando se expresan en porcentaje. Así, un experimento realizado con vacas *B. taurus* y *B. indicus* x *B. taurus* estimó correlaciones entre componentes de la leche y ganancia de peso predestete que fueron importantes en kilogramos ( $P < 0.01$ ) pero irrelevantes en porcentaje ( $P > 0.05$ ) para el contenido en leche de grasa ( $r_{kg} = 0.37$  y  $r_{\%} = 0.13$ ), de proteína ( $r_{kg} = 0.39$  y  $r_{\%} = 0.05$ ), de lactosa ( $r_{kg} = 0.42$  y  $r_{\%} = 0.18$ ) y de sólidos no grasos ( $r_{kg} = 0.42$  y  $r_{\%} = 0.18$ )<sup>(21)</sup>. De igual manera, un estudio realizado con vacas *B. indicus* y *B. taurus* x *B. indicus* estimó correlaciones entre componentes de la leche y peso al destete que fueron significativas en kilogramos ( $P < 0.05$ ) pero de poca importancia en porcentaje ( $P > 0.05$ ) para el contenido en leche de grasa ( $r_{kg} = 0.27$  y  $r_{\%} = -0.02$ ), de proteína ( $r_{kg} = 0.47$  y  $r_{\%} = 0.17$ ) y de sólidos totales ( $r_{kg} = 0.36$  y  $r_{\%} = 0.02$ )<sup>(23)</sup>. En otros experimentos también se han detectado correlaciones importantes

#### CONCLUSIONS AND IMPLICATIONS

Averages of milk components suggest that Guzerat\*Criollo and Criollo\*Guzerat cows can produce more kilograms of fat, protein, lactose and solids not fat than Guzerat and Criollo cows. Averages of birth weight, weaning weight and estimates of heterosis influencing kilograms of milk components suggest a better productive performance from birth to weaning of F1 cows and their progeny. Results show the importance of using F1 cows, instead of Zebu or Criollo cows, to increase the productivity through weaning in the tropical region of Nayarit. Correlations between 210-d weaning weight and kilograms of milk components indicate the importance that quantity of milk components throughout lactation can have to determine the weaning weight of calves.

*End of english version*

---

( $P < 0.01$ ) entre peso a los 205 días de edad y kilogramos de proteína ( $r_{kg} = 0.50$ ) y grasa ( $r_{kg} = 0.33$ ) en ganado Angus<sup>(12)</sup> y entre peso a los 200 días de edad y kilogramos de grasa ( $r_{kg} = 0.77$ ) y sólidos totales ( $r_{kg} = 0.80$ ) en ganado *B. taurus* y cruza diversas<sup>(8)</sup>; estas correlaciones no fueron importantes cuando se estimaron para los componentes de la leche en porcentaje. En general, los resultados del presente estudio y la información publicada por diferentes autores indican que los componentes de la leche en porcentaje son poco relevantes para determinar el peso al destete de los becerros. En contraste, se reconoce que los componentes de la leche en kilogramos sí influyen de manera importante sobre el crecimiento hasta el destete de los becerros.

#### CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

Los promedios para componentes de la leche sugieren un mayor potencial para producción de kilogramos de grasa, proteína, lactosa y sólidos no grasos de las vacas Guzerat x Criollo y Criollo x Guzerat en relación a las vacas Guzerat y Criollo. Los promedios para peso al nacer y peso al destete

ajustado a 210 días de edad y los estimadores de heterosis sugieren un mejor comportamiento productivo durante el período nacimiento-destete de las vacas F1 y sus crías. Los resultados muestran las ventajas de utilizar vacas F1, en lugar de vacas Criollo o Cebú, para incrementar la productividad hasta el destete en la región tropical de Nayarit. Las correlaciones estimadas entre peso al destete ajustado a 210 días de edad y componentes de la leche señalan la importancia que la cantidad de componentes consumidos durante la lactancia pueden tener sobre el peso al destete de los becerros.

## LITERATURA CITADA

- Neville JR WE. Influence of dam's milk production and other factors on 120- and 240-day weight of Hereford calves. *J Anim Sci* 1962;(21):315-320.
- Clutter AC, Nielsen MK. Effect of level of beef cow milk production on pre- and postweaning calf growth. *J Anim Sci* 1987;(64):1313-1322.
- Montaño BM, Nielsen MK, Deutscher GH. Energy requirements for maintenance of crossbred beef cattle with different genetic potential for milk. *J Anim Sci* 1990;(68):2279-2288.
- Mallinckrodt CH, Bourdon RM, Golden BL, Schalles RR, Odde KG. Relationship of maternal milk expected progeny differences to actual milk yield and calf weaning weight. *J Anim Sci* 1993;(71):355-362.
- Brown MA, Brown Jr AH. Relationship of milk yield and quality to preweaning gain of calves from Angus, Brahman and reciprocal-cross cows on different forage system. *J Anim Sci* 2002;(80):2522-2527.
- Restle J, Pacheco PS, Pascoal LL, Padua JT, Moletta JL, Kellerman A, Leite DT. Effect of pasture, milk yield and composition on the performance of beef calves from different genetic groups. *Rev Bras Zootec* 2004;(33):691-703.
- Rutledge JJ, Robison OW, Ahlschwede WT, Legates JE. Milk yield and its influence on 205-day weight of beef calves. *J Anim Sci* 1971;(33):563-567.
- Totusek R, Arnett DW, Holland GL, Whiteman JV. Relation of estimation method, sampling interval and milk composition to milk yield of beef cows and calf gain. *J Anim Sci* 1973;(37):153-158.
- Chenette CG, Frahm RR. Yield and composition of milk from various two-breed cross cows. *J Anim Sci* 1981;(52):483-492.
- Mondragon I, Wilton JW, Allen OB, Song H. Stage of lactation effects, repeatabilities and influences on weaning weights of yield and composition of milk in beef cattle. *Can J Anim Sci* 1983;(63):751-761.
- Jeffery HB, Berg RT. Evaluation of milk variables as measures of milk effect on preweaning performance of beef cattle. *Can J Anim Sci* 1971;(51):21-30.
- Marston TT, Simms DD, Schalles RR, Zoellner KO, Martin LC, Fink GM. Relationship of milk production, milk expected progeny difference, and calf weaning weight in angus and simmental cow-calf pairs. *J Anim Sci* 1992;(70):3304-3310.
- Cerdótes L, Restle J, Filho DCA, Barros LNMF, Laerte NJ, Heck I, Floriano SM. Production and composition of milk of cows of four genetic groups submitted to two feeding managements during the lactation period. *Rev Bras Zootec* 2004;(33):610-622.
- Sistema Estatal de Monitoreo Agroclimático Nayarit. Estación Meteorológica: El Verdineño-INIFAP. 2007.
- Martínez VG, Montaño BM, Palacios FJA. Productividad hasta el destete de vacas Criollo, Guzerat y sus cruizas recíprocas F1. *Téc Pecú Méx* 2008;(46):1-12.
- BIF. Beef Improvement Federation. Guidelines for uniform beef improvement programs. 8th ed. University of Georgia, Georgia. 2002.
- Borrayo ZA. Producción de leche de vacas Criollo, Guzerat y sus cruizas recíprocas y su relación con el crecimiento de las crías [tesis maestría]. México, DF: Universidad Nacional Autónoma de México; 2005.
- Jenkins TG, Ferrell CL. A note on lactation curves of crossbred cows. *Anim Prod* 1984;(39):479.
- SAS. SAS User's Guide: Statistics (version 7 ed.). Cary NC, USA: SAS Inst. Inc. 1998.
- Dickerson GE. Experimental approaches in utilizing breed resources. *Anim Breed Abstr* 1969;(37):191-202.
- Daley DR, McCuskey A, Bailey CM. Composition and yield of milk from beef-type *Bos Taurus* and *Bos Indicus* x *Bos Taurus* dams. *J Anim Sci* 1987;(64):373-784.
- Brown MA, Brown Jr AH, Jackson WG, Miesner JR. Genotype x environment interactions in milk yield and quality in Angus, Brahman, and reciprocal-cross cows on different forage systems. *J Anim Sci* 2001;(79):1643-1649.
- Quiroz VJ. Producción y componentes de leche en vacas *Bos indicus* y *Bos taurus* x *Bos indicus* [tesis de Maestría]. México DF: Universidad Nacional Autónoma de México; 1994.
- Brown MA, Tharel LM, Brown Jr AH, Jackson WG, Miesner JR. Milk production in Brahman and Angus cows on endophyte-infected fescue and common bermudagrass. *J Anim Sci* 1993;(71):1117-1122.
- Masilo BS, Stevenson JS, Schalles RR, Shirley JE. Influence of genotype and yield and composition of milk on interval to first postpartum ovulation in milked beef and dairy cows. *J Anim Sci* 1992;(70):379-385.
- Cundiff LV, Nuñez-Domínguez R, Dickerson GE, Gregory KE, Koch RM. Heterosis for lifetime production in Hereford, Angus, Shorthorn, and crossbred cows. *J Anim Sci* 1992;(70):2397-2410.
- Cundiff LV, Gregory KE, Schwulst J, Koch RM. Effects of heterosis on maternal performance and milk production in hereford, Angus and Shorthorn cattle. *J Anim Sci* 1974;(38):728-745.
- Brown MA, Brown Jr AH, Jackson WG, Miesner JR. Milk production in Angus, Brahman, and reciprocal-cross cows grazing common bermuda grass or endophyte-infected tall fescue. *J Anim Sci* 1996;(74):2058-2066.
- Brown MA, Brown Jr AH, Jackson WG, Miesner JR. Genotype x environment interactions in Angus, Brahman, and reciprocal cross cows and their calves grazing common bermudagrass and Endophyte-infected tall fescue pastures. *J Anim Sci* 1997;(75):920-925.

30. Olson TA, Peacock FM, Koger M. Reproductive and maternal performance of rotational, three-breed, and *inter se* crossbred cows in Florida. J Anim Sci 1993;(71):2322-2329.
31. Sacco RE, Baker JF, Cartwright TC, Long CR, Sanders JO. Production characters of straightbred, F1 and F2 cows: Birth and weaning characters of terminal-cross calves. J Anim Sci 1989;(67):1972-1981.
32. Franke DE, Habert O, Tawah LC, Williams AR, DeRouen SM. Direct and maternal genetic effects on birth and weaning traits in multibreed cattle data and predicted performance of breed crosses. J Anim Sci 2001;(79):1713-1722.
33. Dearborn DD, Gregory KE, Lunstra DD, Cundiff LV, Koch M. Heterosis, breed maternal and breed direct effects in Red Poll and Hereford cattle. J Anim Sci 1987;(64):963-968.