

Productividad hasta el destete de vacas Guzerat, Criollo y sus
cruzas recíprocas F1

Raúl Plascencia Jiménez

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título profesional de
Ingeniero Agrónomo Zootecnista



UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

División de Ciencia Animal

Departamento de Nutrición y alimentos

Saltillo, Coah., a 21 de agosto del 2006

“Productividad hasta el destete de vacas Guzerat, Criollo y sus cruzas recíprocas F1”,
tesis presentada por **Raúl Plascencia Jiménez** como requisito parcial para la obtención del
título de Ingeniero Agrónomo Zootecnista ante el jurado examinador siguiente:

Presidente del Jurado

Dr. Ramiro López Trujillo

Vocal

Vocal

Dr. Roberto García Elizondo

Dr. José Eduardo García Martínez

El Coordinador de la
División de Ciencia Animal

Alma Terra Mater

Dr. Ramón F. García Castillo

Saltillo, Coah., a 21 de agosto del 2006

La presente tesis titulada “PRODUCTIVIDAD HASTA EL DESTETE DE VACAS GUZERAT, CRIOLLO Y SUS CRUZAS RECIPROCAS F1” fue realizada por el C. RAÚL PLASCENCIA JIMENEZ bajo la asesoría del Dr. RAMIRO LOPEZ TRUJILLO y la dirección del Dr. GUILLERMO MARTÍNEZ VELÁZQUEZ.

La presente tesis fue realizada como parte de la colaboración del C. RAÚL PLASCENCIA JIMENEZ como asistente nivel I del proyecto SAGARPA-CONACYT-2002-0922 titulado “EVALUACIÓN DE LA DINAMICA POBLACIONAL, CONSERVACIÓN EX SITU Y DETERMINACIÓN DE REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL GANADO CRIOLLO DE NAYARIT”.

La realización de esta tesis fue apoyada por el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Nayarit (COCYTEN) de acuerdo a la convocatoria 2006 “Apoyos para la realización de Tesis en los niveles de Licenciatura, Maestría y Doctorado”.

Agradecimientos

A dios. Por haberme dado la dicha de ser hijo de una mujer tan maravillosa como es mi madre. Por haber cruzado los caminos de mis padres y tener la fortuna mi hermana y yo de ser hijos de ellos dos.

A mi madre. Por haberme dado la vida, porque gracias a ella estoy conociendo las maravillas de este mundo. Por su gran fuerza y valor por sacarnos adelante a mi hermana y a mí. Por darme el amor de madre y ayudándome a levantarme en todos los tropiezos que he dado, dándome consejos para aprender de la vida y orientándome a que respete a toda la gente y que sea una persona de bien. Por estar siempre pendiente de mí, darme consejos y valor para terminar mis estudios profesionales. Por ayudarme a hacer la persona que soy. Gracias madre mía.

A mi padre. Aunque lo perdí cuando yo era muy niño y no lo conocí mucho lo cargo en mi mente, corazón y siempre lo voy a traer conmigo hasta que me muera, porque gracias a él he tenido fuerzas para concluir mis estudios profesionales y de ser como soy.

A toda mi familia. Por sus apoyos y consejos.

Al Dr. Guillermo Martínez Velázquez. Por la ayuda de la realización de esta tesis, además, de transmitirme algunos de sus conocimientos y experiencias. Por asesorarme y tener la paciencia de explicarme todas las dudas que tenía y aclararlas. Por darme la oportunidad y haber tenido la confianza en mí para la realización de la tesis.

A los Médicos Veterinarios y al Campo Experimental El Verdineño. A todos los médicos por haberme transmitido cada uno de ellos algunos de sus conocimientos y darme la oportunidad de participar en sus proyectos, además, de las prácticas y manejos sanitarios, reproductivos y productivos con el ganado. Al campo por abrirme las puertas para la realización de la estancia y de esta tesis.

Al Dr. Ramiro López Trujillo. Por haberme ayudado a realizarme como profesional y transmitirme algunos de sus conocimientos cuando me daba clases y darle valor a esta tesis en la Universidad.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. *Alma Terra Mater.* Por haberme dado la oportunidad de realizar y concluir mis estudios de licenciatura.

Curriculum vitae

Febrero 01, 1983	Nacido en San Pedro Lagunillas, Nay., México
Jul. 1989 – Jul. 1995	Primaria Revolución. San Pedro Lagunillas, Nay., México
Jul 1995 – Jul 1998	Secundaria técnica # 10. Mateo Castellón Pérez. San Pedro Lagunillas, Nay., México
Jul 1998 – Jul 2001	CBTa # 107. San Pedro Lagunillas, Nay., México
Jul 2001 – Dic 2005	Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista saltillo, Coah., México
Cursos extra curriculares.	Curso de cunicultura básico los días 4 y 5 de marzo del año 2005, en la UGRG. Irapuato Guanajuato.
Estancia	Campo Experimental El Verdineño. Dic 17, 2004 – Ene 03, 2005, Jun 22, 2005 – Jul 20, 2005 y Ene 30, 2006 – a la fecha.
Distinciones	Primer lugar de aprovechamiento académico de la carrera de Ingeniero Agrónomo Zootecnista. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista Saltillo, Coahuila a 16 de diciembre del año 2005.

Compendio

Para estimar parámetros reproductivos como longitud de gestación (LG) y parámetros productivos como peso al destete ajustado a 210 días (PA210) y kilogramos de becerro destetado por vaca en empadre (BD) se analizaron 250 registros de PA210 y 261 registros de LG de vacas Guzerat (G), Guzerat x Criollo (GC), Criollo x Guzerat (CG) y Criollo(C). El estudio se realizó en el Campo Experimental El Verdineño (INIFAP-SAGARPA), localizado en Sauta, Municipio de Santiago Ixcuintla, Nayarit. Es importante realizar estudios como el presente considerando que en Nayarit los inventarios de ganado Criollo han ido disminuyendo por la introducción de razas diversas al Estado. Lo anterior sin que existan evaluaciones objetivas de las aportaciones que puede ofrecer este tipo de ganado para mejorar la productividad del sistema vaca-cría. El presente estudio permite conocer características productivas y reproductivas del ganado Criollo puro y en cruzamiento con Guzerat buscando una producción eficiente de becerros para la engorda. Los resultados obtenidos en el estudio para LG mostraron diferencias ($P < 0.05$) entre vacas CG (280.98 ± 1.05 d) y C (284.10 ± 0.93 d) mientras que los genotipos G (283.25 ± 0.86 d) y GC (283.87 ± 1.63 d) tuvieron una LG intermedia. Las diferencias entre Criollo y Guzerat para efectos genéticos directos y maternos fueron para la misma variable de 2.04 y 2.89 d, respectivamente. Para la variable número de parto (NP) la mayor diferencia en LG (6 d) ocurrió entre las vacas de primer parto (286.59 ± 0.95 d) y quinto parto (280.51 ± 1.64 d). Para PA210 se observó un comportamiento similar ($P > 0.05$) entre las crías de los genotipos G, GC y CG las cuales si fuerón diferentes ($P < 0.05$) a las crías del genotipo C (25, 34 y 34 kg, respectivamente). En promedio los becerros más pesados al destete fueron para vacas de segundo y tercer parto con 181.07 ± 4.06 y 181.85 ± 3.67 kg, respectivamente. Para BD, se observó que el genotipo GC (115.58 kg) destetó más BD que los genotipos CG (99.10 kg), C (77.78 kg) y G (66.31 kg). Las vacas CG tuvieron la LG más corta por lo tanto utilizar este tipo de vacas puede contribuir a la disminución del período interparto en el hato. Se concluye que la utilización de vacas cruzadas contribuye, a través de la heterosis materna, al aumento del PA210 días de edad y de la productividad de estas vacas mediante el incremento de BD.

Abstract

To estimate reproductive parameters as gestation length (LG) and productive parameters as weaning weight adjusted to 210 days of age (PA210) and weaning weight per cow exposed to breeding (BD), records of LG (261) and PA210 (250) were collected from Guzerat (G), Guzerat x Criollo (GC), Criollo x Guzerat (CG) and Criollo (C) cows. The study was carried out at El Verdineño Experimental Station located in Santiago Ixcuintla, Nayarit, México. It is important to study Criollo cattle considering that inventories are going down because of the introduction of foreign breeds to the region. That is occurring for the lack of objective evaluations to know the contribution of this type of cattle to improve the efficiency of the cow-calf system. This study contributes to the knowledge of Criollo, and Criollo-Guzerat crosses and their participation in improving feedlot calf production. Results from the study showed that LG was different ($P < 0.05$) between CG (280.98 ± 1.05 d) and C (284.10 ± 0.93 d) cows while G (283.25 ± 0.86 d) and GC (283.87 ± 1.63 d) cows had an intermediate LG. For the same variable differences between maternal and direct genetic effects were of 2.04 and 2.89 d, respectively. For calving number (NP) the highest difference in LG (6 d) occurred between cows of first (286.59 ± 0.95 d) and fifth calving (280.51 ± 1.64 d). PA210 was similar ($P > 0.05$) between calves of G, GC and CG cows which were different ($P < 0.05$) to PA210 of calves from C cows (25, 34 and 34 kg, respectively). On average, calves from cows of second and third calving had the highest PA210 with 181.07 ± 4.06 and 181.85 ± 3.67 kg, respectively. The genotype GC (115.58 kg) weaned more BD than CG (99.10 kg), C (77.78 kg) and G (66.31 kg) genotypes. CG cows had the shortest LG therefore utilizing this type of cows could contribute to short the calving interval in the herd. It is concluded that utilizing crossbred cows contribute through maternal heterosis to increase PA210 and productivity of cows through increasing BD.

Índice

Índice de Cuadros	ix
Índice de Figuras	x
1. Introducción.....	1
2. Revisión de Literatura	3
2.1. Peso al destete.....	3
2.2. Longitud de gestación	4
2.3. Productividad hasta el destete.....	4
3. Materiales y Métodos	7
3.1. Localización.....	7
3.2. Manejo de los animales	7
3.3. Análisis estadístico.....	8
4. Resultados.....	10
5. Discusión	15
6. Conclusiones.....	19
7. Resumen	20
8. Literatura Citada.....	21

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Heterosis Criollo-Guzerat, medias de cuadrados mínimos y errores estándar (EE) para tasa de destete (TD), longitud de gestación (LG) y peso ajustado a 210 días (PA210) en crías de vacas de cuatro genotipos.	10
Cuadro 2. Medias de cuadrados mínimos y errores estándar (EE) para longitud de gestación (LG) y peso ajustado a los 210 días (PA210) por raza de padre y raza de madre y diferencias entre efectos genéticos directos y maternos.....	11
Cuadro 3. Medias de cuadrados mínimos y errores estándar (EE) de longitud de gestación (LG) y peso ajustado a los 210 días (PA210) por número de parto (NP) y sexo de la cría.....	12
Cuadro 4. Productividad hasta el destete de vacas Guzerat (G), Guzerat x Criollo (GC), Criollo x Guzerat (CG) y Criollo (C).	13

Índice de Figuras

Figura 1. Productividad hasta el destete de los genotipos Guzerat (G), Guzerat x Criollo (GC), Criollo x Guzerat (CG) y Criollo (C).	14
--	----

1. Introducción

En el continente Americano los bovinos existen desde la llegada de los españoles. En 1493, en el segundo viaje de Cristóbal Colón, llegó el primer embarque de vacunos para proveer de alimento a los colonizadores. En la actualidad existen en México poblaciones de ganado Criollo que se originaron a partir de los animales mencionados y que se utilizan en el sistema vaca-cría bajo diferentes ecosistemas caracterizados, por escasa disponibilidad de alimento, condiciones ambientales difíciles y escasas vías de comunicación (SAGARPA, 2002).

Una de las poblaciones de ganado Criollo en México se localiza en el estado de Nayarit (Martínez, 2005; SAGARPA, 2002) y ha sido evaluada para estimar su potencial en la producción de becerros para la engorda. Los resultados obtenidos, al utilizar este ganado en esquemas de cruzamiento, sugieren que se pueden lograr ventajas al aprovechar la habilidad materna de las vacas (Martínez *et al.*, 2006b) y la finalización de sus crías en el corral (Martínez *et al.*, 2006a). Sin embargo, es necesario agregar más información que permita caracterizar de una mejor manera el potencial del ganado Criollo para la producción de carne en ecosistemas con escasa disponibilidad de alimento.

Por otra parte, diferentes estudios señalan la posible contribución del ganado Criollo al sistema vaca-cría a través de la habilidad materna detectada en vacas criollas puras y cruzadas, así como también mediante el uso de la heterosis para favorecer el crecimiento y sobrevivencia de las crías durante el período nacimiento-destete (Borrayo, 2005; Martínez *et al.*, 2006b). En Nayarit el ganado Criollo es una raza cuyos inventarios han ido disminuyendo como consecuencia de la introducción de razas diversas lo cual ha conducido a una reducción en la cantidad de hatos criollos en el Estado, lo anterior ha ocurrido por la poca información que sobre el ganado Criollo existe entre los ganaderos.

Así, es importante difundir las aportaciones que este tipo de ganado puede ofrecer para el sistema vaca-cría buscando mejorar la eficiencia en la producción de becerros al destete en Nayarit. Sin embargo, además de lo anterior es necesario tener estimadores que combinen diferentes variables productivas y permitan así evaluar la producción de becerros al destete por vaca durante un periodo de tiempo determinado. La importancia de estimar y difundir las evaluaciones mencionadas permitirá que los productores reconozcan las cualidades del ganado Criollo y lo utilicen para tener una producción eficiente de becerros, así como una mayor rentabilidad de esta actividad.

Por lo anterior los objetivos de éste estudio son:

- ❖ Para peso al destete

- Comparar las crías de toros Angus y vacas Guzerat, Criollo y sus cruzas reciprocas F1.
- Estimar el efecto de la heterosis materna de vacas Criollo-Guzerat y Guzerat-Criollo sobre sus crías.
- ❖ Para longitud de gestación
 - Comparar vacas Guzerat, Criollo y sus cruzas reciprocas F1
 - Estimar el efecto de la heterosis individual en vacas Guzerat, Criollo y sus cruzas reciprocas F1.
 - Estimar las diferencias entre los efectos genéticos directos y maternos de las razas Criollo y Guzerat.
- ❖ Comparar la productividad hasta el destete de vacas Guzerat, Criollo y sus cruzas reciprocas F1

2. Revisión de Literatura

2.1. Peso al destete

Diversos estudios mencionan la importancia de utilizar vacas cruzadas *Bos taurus* para obtener becerros más pesados al destete. Resultados obtenidos con razas *B. taurus* y sus cruzas (Cundiff *et al.*, 1992) reportaron pesos al destete de 183.9 ± 1.9 , 197.3 ± 1.9 y 186.0 ± 1.9 kg para hembras puras Hereford, Angus y Shorthorn mientras que crías de vacas F1 pesaron entre 193.4 ± 2.3 (Hereford x Angus) y 206.8 ± 2.3 kg (Angus x Hereford), con promedios de 196.3 ± 2.3 , 197.8 ± 2.3 , 202.2 ± 2.3 y 204.2 ± 2.3 kg para crías de vacas Hereford x Shorthorn, Shorthorn x Angus, Angus x Shorthorn y Shorthorn x Hereford, respectivamente. En el mismo experimento se encontraron valores de heterosis materna para peso al destete de 9.5 ± 1.3 kg, 15.3 ± 1.3 y 8.3 ± 1.3 kg ($P < 0.01$) para hembras Hereford x Angus, Hereford x Shorthorn y Angus x Shorthorn, respectivamente. Otro estudio en el que se evaluaron nueve razas (Jenkins y Ferrell, 1994) determinaron que el peso al destete de las crías varió entre 162.0 ± 62 y 213.0 ± 67 kg para vacas Hereford y Charolais con promedios de 169.0 ± 81 , 188.0 ± 64 , 189.0 ± 64 , 190.0 ± 83 , 194.0 ± 36 , 198.0 ± 83 y 201.0 ± 63 kg para crías de vacas Angus, Limousin, Simmental, Gelbvieh, Red Poll, Braunvieh y Pinzgauer. Por otro lado, resultados obtenidos con razas *B. taurus* en cruzamiento rotacional (Marshall *et al.*, 1990) mostraron pesos al destete que variaron entre 203.0 ± 3.7 y 248.2 ± 3.7 kg para crías de vacas Hereford, Angus, Simmental y sus cruzas.

Diversos estudios también han señalado la importancia de utilizar cruzamientos *B. taurus* x *B. indicus* para mejorar la eficiencia hasta el destete en hatos manejados en ambientes tropicales. Así, resultados presentados por Paschal *et al.* (1991) mostraron pesos al destete que variaron entre 197.8 ± 3.6 y 214.4 ± 3.6 kg ($P < 0.05$) para crías de vacas Hereford y de toros Gir, Red Brahman, Angus, Indu-brazil, Nellore y Gray Brahman. Otros autores (Sacco *et al.*, 1991) reportando también resultados con razas *B. taurus*, *B. indicus* y sus cruzas encontraron pesos al destete de 178.0 ± 27 , 186.0 ± 27 , 167.0 ± 27 , 204.0 ± 27 y 180.0 ± 27.0 kg para crías de vacas puras Angus, Brahman, Hereford, Holstein y Jersey, mientras que para vacas cruzadas las crías mostraron pesos al destete de 171.0 ± 27 kg (Angus x Jersey), 208 ± 27.0 kg (Brahman x Holstein), 172.0 ± 27 kg (Hereford x Jersey), 180.0 ± 27 kg (Brahman x Jersey), 187.0 ± 27 kg (Angus x Brahman), 188.0 ± 27 kg (Angus x Hereford), 188.0 ± 27 kg (Brahman x Hereford), 196.0 ± 27 kg (Holstein x Jersey), 200.0 ± 27 kg (Angus x Holstein) y 200.0 ± 27.0 kg (Hereford x Holstein). En este estudio los autores mencionan una heterosis promedio retenida para peso al destete de 6.1 kg ($P < 0.01$)

2.2. Longitud de gestación

La **longitud de gestación** es una variable que influye sobre el intervalo entre partos pudiendo así repercutir en la eficiencia reproductiva de las vacas y, consecuentemente, la productividad total del hato. Diferentes estudios mencionan la importancia de utilizar vacas cruzadas para acortar la longitud de gestación y obtener mayor cantidad de becerros por vida productiva de la vaca. Así, resultados obtenidos con ganado *B. taurus* manejados en dos esquemas de cruzamiento rotacional (Marshall *et al.*, 1990) reportaron longitudes de gestación de 285.1 ± 0.8 d para vacas Hereford puras, valores de entre 286.4 ± 0.8 y 287.7 ± 0.8 d para las vacas del esquema Simmental - Hereford y valores de entre 284.3 ± 0.8 y 285.1 ± 0.8 d para las vacas del esquema Angus – Hereford. Por otro lado, resultados obtenidos con razas *B. taurus* con diferente nivel de cruzamiento de Simmental (Kress *et al.*, 1990) mostraron longitudes de gestación de 286.5 ± 0.63 , 284.7 ± 0.75 , 287.1 ± 0.66 , 286.3 ± 0.73 y 287.3 ± 0.77 d para vacas Hereford, Angus x Hereford, $\frac{1}{4}$ Simmental x $\frac{3}{4}$ Hereford, Simmental x Hereford y $\frac{3}{4}$ Simmental x $\frac{1}{4}$ Hereford, respectivamente. En otro estudio en el que se evaluó la longitud de gestación de vacas Hereford (Paschal *et al.*, 1991) apareadas con toros de diferentes razas se obtuvieron promedios para longitud de gestación de 282.0 ± 1 y 294.0 ± 1 d en vacas inseminadas con semen de toros Angus y Nellore siendo diferentes ($P < 0.05$) a la longitud de gestación presentada por vacas Hereford inseminadas con semen de toros Gir, Indu-Brazil, Red Brahman y Gray Brahman (289.0 ± 1 , 290.0 ± 1 , 290.0 ± 1 y 291.0 ± 1 d, respectivamente). Por otro lado, un cruzamiento dialélico involucrando una raza *B. indicus* y cuatro razas *B. taurus* (Sacco *et al.*, 1990) mostró para la primera generación longitudes de gestación de 281.0 ± 0.1 , 290.0 ± 0.1 , 285.0 ± 0.1 , 281.0 ± 0.1 y 280.0 ± 0.1 d para vacas Angus, Brahman, Hereford, Holstein y Jersey mientras que las cruzas mostraron longitudes de gestación que variaron entre 280.0 ± 0.1 d (vacas Angus x Jersey) y 290.0 ± 0.1 d (vacas Brahman x Hereford); en la segunda generación las vacas puras mostraron longitudes de gestación de 280.0 ± 0.3 , 289.0 ± 0.3 , 280.0 ± 0.3 , 280.0 ± 0.3 y 283.0 ± 0.3 d (vacas Angus, Brahman, Hereford, Holstein y Jersey) mientras que las cruzas mostraron longitudes de gestación entre 277.0 ± 0.3 d (vacas Angus x Jersey) y 286.0 ± 0.3 d (vacas Brahman x Hereford). Los valores de heterosis promedio estimados para longitud de gestación fueron de -0.4 ± 0.5 d y de -0.9 ± 0.7 d correspondientes a las hembras de la primera y segunda generación, respectivamente.

2.3. Productividad hasta el destete

Los kilogramos de becerro destetado por vaca en empadre es una variable compleja que incluye características tanto de la vaca como del becerro. Esta variable es el resultado de la

fertilidad y habilidad materna de las vacas así como de la sobrevivencia y el crecimiento hasta el destete de sus crías. Diferentes autores han investigado la productividad hasta el destete de vacas puras y cruzadas evaluando los kilogramos de becerro destetado por vaca en empadre. Así, un experimento realizado con vacas Hereford apareadas con sementales Hereford, Angus y Simmental en el que se compararon los kilogramos de becerro destetado por vaca en empadre se encontraron valores extremos ($P < 0.05$) de 157 ± 8.8 y 189 ± 11.2 kg para vacas Hereford y Simmental x Hereford con valores intermedios para vacas Angus x Hereford (163 ± 11.1 kg), $\frac{3}{4}$ Simmental x $\frac{1}{4}$ Hereford (169 ± 10.5 kg) y $\frac{1}{4}$ Simmental x $\frac{1}{4}$ Hereford (179 ± 9.9 kg) (Kress *et al.*, 1990). Para la misma variable y usando información del mismo hato Davis *et al.* (1994) reportan promedios más bajos de kilogramos de becerro destetado por vaca en empadre con valores extremos ($P < 0.05$) para vacas Hereford (128 kg) y Simmental x Hereford (165 kg) y valores intermedios para vacas $\frac{3}{4}$ Simmental x $\frac{1}{4}$ Hereford (152 kg), $\frac{1}{4}$ Simmental x $\frac{3}{4}$ Hereford (153 kg) y Angus x Hereford (158 kg). Por otro lado, un estudio en el que se comparó la productividad de nueve razas *B. taurus* y tres poblaciones sintéticas (Gregory *et al.*, 1992) se estimaron promedios de kilogramos de becerro destetado por vaca en empadre de 127.1, 145.2 y 173.3 kg para vacas Hereford, Angus y Simmental y promedios de 187.6, 178.7 y 179.2 kg para vacas F1 de las poblaciones MARC I, MARC II y MARC III, respectivamente. Otro análisis (Cundiff *et al.*, 1992) realizado considerando información de vaquillas de tres razas *B. taurus* y sus cruza recíprocas F1 determinaron valores de 127.7, 143.3 y 156.1 kg de becerro destetado por vaquilla en empadre (Shorthorn, Hereford y Angus, respectivamente) mientras que para las cruza recíprocas los valores correspondientes fueron de 153.7 y 172.9 kg (Hereford x Angus y Angus x Hereford), de 147.2 y 163.2 kg (Hereford x Shorthorn y Shorthorn x Hereford) y de 166.7 y 160.7 kg (Angus x Shorthorn y Shorthorn x Angus). Promedios similares al trabajo anterior para kilogramos de becerro destetado por vaca en empadre fueron reportados por Jenkins y Ferrell (1994) quienes evaluarón la productividad hasta el destete de nueve razas *B. taurus* encontrando pesos promedio de 130, 144 y 158 kg para vacas de las razas Hereford, Simmental y Angus, en el mismo experimento los autores reportaron pesos de 154, 162, 165, 168, 173 y 185 kg para vacas Charolais, Braunvieh, Limousin, Gelbvieh, Pinzgauer y Red Poll, respectivamente. Trabajando también con razas *B. taurus* y sus cruza en dos esquemas de cruzamiento rotacional Marshall *et al.* (1990) encontraron que vacas Hereford produjeron 164.2 kg de becerro destetado por vaca en empadre, mientras que la producción de vacas Simmental x Hereford y Angus x Hereford fluctuó entre 201.4 y 220.9 kg y entre 193.6 y 219.7 kg, respectivamente. Promedios más bajos para la misma variable fueron publicados para vacas *B. indicus* y cruza *B. taurus* x *B. indicus* (Ríos *et al.*, 1996) con

promedios de kg de becerro destetado por vaca en empadre de 84 y 93.5 kg para vacas Indobrasil y Brahman y promedios de 106.8, 132.1, 132.9 y 140 kg para vacas Charolais x Cebú, Hereford x Cebú, Suizo Pardo x Cebú y Angus x Cebú, respectivamente.

De acuerdo con la literatura consultada se puede asumir que el incremento de los kilogramos de becerro producido por hembra expuesta al empadre es una consecuencia de los efectos favorables que la heterosis tiene sobre el crecimiento y la sobrevivencia de los becerros, así como sobre la fertilidad y longevidad de las vacas.

Así, las hipótesis que se pretende probar son:

- ❖ Las crías de vacas cruzadas tendrán pesos al destete más altos que los pesos al destete de las crías de vacas puras, por la contribución de la heterosis materna.
- ❖ Las vacas cruzadas tendrán una longitud de gestación más corta que las vacas puras por el aporte de la heterosis individual.
- ❖ Las vacas cruzadas producirán más kilogramos de becerro destetado que las vacas puras.

3. Materiales y Métodos

3.1. Localización

El estudio se llevó a cabo en el Campo Experimental el Verdineño, localizado en Sauta, Municipio de Santiago Ixcuintla, Nayarit; entre el paralelo 21° 33' de latitud norte y el meridiano 105° 11' de longitud oeste, a 40 msnm, con un clima tropical subhúmedo Aw², con una precipitación pluvial de 1,200 mm y una temperatura media anual de 24 °C, con una época de secas que fluctúa entre siete y ocho meses al año. Los suelos son franco arcillosos de color rojo y café rojizo *in situ* y coluvial. El tipo de vegetación corresponde a selva media subcaducifolia (Síntesis Geográfica de Nayarit, 1981).

3.2. Manejo de los animales

Se analizaron 261 registros de longitud de gestación (71 de vacas Criollas, 111 de vacas Guzerat, 23 de vacas Guzerat x Criollo y 56 de vacas Criollo x Guzerat) y 250 registros para peso al destete (70 crías de vacas Criollas, 104 crías de vacas Guzerat, 20 crías de vacas Guzerat x Criollo y 56 crías de vacas Criollo x Guzerat). La información se generó durante los años 2000, 2001, 2002 y 2003. Las vacas y sus crías se mantuvieron en pastoreo en praderas de pasto llanero (*Andropogon gayanus*) con suplementación a base de melaza-urea al 2.5 % (1 kg/cabeza/d) durante los meses de marzo, abril y mayo de cada año. Los animales dispusieron de una mezcla de minerales a libre acceso (sal común 40 %, ortofosfato de calcio 56 % y minerales traza 4 %) durante todo el año. El calendario de vacunación y desparasitación (interna y externa) incluyó la aplicación anual de la bacterina para la prevención de Carbón Sintomático y el Edema Maligno, además de la vacuna contra la Rabia Parálítica Bovina; la desparasitación interna se realizó dos veces al año, administrándose Ripercol® L al 12 % (Clorhidrato de Levamisol) en dosis de 1ml/20 kg de peso vivo, mediante aplicación intramuscular profunda. La desparasitación externa ocurrió en intervalos que variaron entre 21 y 30 d, dependiendo de la época del año, utilizándose Butox® (Deltametrina) en dosis de 1 L por cada 1000 L de agua, mediante baños de inmersión. El manejo reproductivo incluyó dos empadres al año, durante la primavera y el otoño, con duración de 45 días cada uno y en los cuales se utilizó inseminación artificial. Los empadres se iniciaban alrededor del 15 de marzo y 15 de septiembre de cada año. El diagnóstico de gestación se hizo mediante palpación rectal 2 meses después de finalizado el empadre. Los partos se presentaron en dos épocas definidas entre diciembre-febrero y entre junio-agosto de cada año.

Las crías se pesaron e identificaron en las primeras 24 hr de vida y permanecieron con las vacas hasta el destete, que se realizó a los 7 meses de edad, en promedio.

La identificación se realizó con tatuajes en ambas orejas y arete en la oreja izquierda. El tatuaje en la oreja derecha correspondió al número de la madre de la cría, mientras que el tatuaje en la oreja izquierda correspondió al número individual asignado a la cría. Para el número individual se utilizaron cuatro dígitos de los cuales el primer dígito correspondió al último dígito del año de nacimiento de la cría y los últimos tres dígitos correspondieron al número progresivo asignado a la cría de acuerdo al rol de nacimientos ocurridos en el año.

3.3. Análisis estadístico

Para el análisis de la información se utilizó el procedimiento de modelos lineales generales del paquete estadístico SAS (2003). Las variables estudiadas fueron longitud de gestación (LG), peso al destete ajustado a 210 días de edad (PA210) y kilogramos de becerro destetado por vaca en empadre (BD). El cálculo del PA210 se realizó como sigue (BIF, 2002):

$$PA210 = (((\text{Peso al destete} - \text{peso al nacer}) / \text{edad al destete}) \times 210) + \text{peso al nacer}.$$

Para calcular BD se combinaron los resultados obtenidos en los análisis para PA210 con las tasas de destete obtenidas en análisis previos realizados con la misma base de datos que se utilizó en el presente estudio (Martínez *et al.*, 2006b). El modelo final para LG incluyó raza del padre de la vaca (R1), raza de la madre de la vaca (R2), número de parto de la vaca (NP), peso al nacimiento (PN) y la interacción R1 x R2 ($P > 0.25$). Los análisis se repitieron utilizando el genotipo de la vaca en lugar de R1 y R2 para hacer las comparaciones entre crías de vacas de los cuatro genotipos. El modelo final para PA210 incluyó año de parto (AP), época de parto (EP), R1, R2, sexo de la cría (S), NP y las interacciones que resultaron significativas ($P < 0.25$) en los análisis preliminares (AP x EP, R1 x R2, R2 x S, R2 x NP y S x NP).

Se utilizaron contrastes para estimar la heterosis individual y la heterosis materna, así como las diferencias entre los efectos genéticos directos y los efectos genéticos maternos de Criollo y Guzerat con base en los modelos siguientes (Dickerson, 1969 y 1973).

$$G = \mu_n + g_G^i + g_G^M + g_G^N$$

$$C = \mu_n + g_C^i + g_C^M + g_C^N$$

$$GC = \mu_n + \frac{1}{2} (g_G^i + g_C^i) + g_C^M + g_C^N + h_{GC}^i$$

$$CG = \mu_n + \frac{1}{2} (g_C^i + g_G^i) + g_G^M + g_G^N + h_{CG}^i$$

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

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

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

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

En donde:

G, C y A = son Guzerat, Criollo y Angus,

GC y CG = son cruzas reciprocas entre G y C,

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 reciprocas),

μ_n = media general correspondiente,

g_A^i , g_G^i y g_C^i = desviación debida al efecto directo promedio de los genes del individuo, provenientes de la raza Angus, Guzerat o Criollo,

g_G^M y g_C^M = desviación debida a los efectos promedio, a través del ambiente materno, por genes de madres de raza G o C,

g_G^N y g_C^N = desviación debida a los efectos promedio, a través del ambiente de las abuelas G o C, que pueden afectar la habilidad materna de sus hijas.

h_{CG}^i y h_{GC}^i = desviación debida al incremento de la heterocigosis promedio de cruzas F1 CG y GC.

h_{AG}^i y h_{AC}^i = desviación debida al incremento de la heterocigosis promedio de cruzas F1 usando como raza paterna Angus y como raza materna Guzerat o Criollo,

h_{GC}^m y h_{CG}^m = desviación debida al incremento de la heterocigosis promedio en hembras cruzadas F1 y que pueden afectar, por medio del ambiente materno, a la progenie.

Para estimar las diferencias entre los efectos genéticos directos de G y C, se utilizó el contraste (G + GC – C – CG) mientras que en el contraste CG – GC se estimaron diferencias entre los efectos genéticos maternos, asumiendo que $g_G^N - g_C^N$ fue igual a cero. La heterosis individual se calculo mediante el contraste [GC + CG – G – C] /2. La heterosis materna se calculo mediante el contraste [A (GC) + A (CG) – AG – AC]/2.

4. Resultados

En el Cuadro 1 se presentan las medias estimadas por mínimos cuadrados y errores estándar para tasa de destete (Martínez *et al.*, 2006b), LG y PA210 y los estimadores de heterosis individual y materna para los genotipos evaluados.

Cuadro 1. Heterosis Criollo-Guzerat, medias de cuadrados mínimos y errores estándar (EE) para tasa de destete (TD), longitud de gestación (LG) y peso ajustado a 210 días (PA210) en crías de vacas de cuatro genotipos.

Genotipo de la vaca	TD \pm EE ^e (%)	LG \pm EE (d)	PA210 \pm EE (kg)
G	38 \pm 14 ^a	283.25 \pm 0.86 ^{ab}	174.51 \pm 3.20 ^a
GC	63 \pm 21 ^b	283.87 \pm 1.63 ^{ab}	183.46 \pm 5.98 ^a
CG	54 \pm 13 ^b	280.98 \pm 1.05 ^a	183.44 \pm 3.62 ^a
C	52 \pm 10 ^b	284.10 \pm 0.93 ^b	149.56 \pm 3.19 ^b
Heterosis individual	13*	-1.25 \pm 1.24 ^{ns}	
Heterosis materna			21.42 \pm 4.32*

G= Guzerat; GC= Guzerat x Criollo; CG= Criollo x Guzerat; C= Criollo.

^{a, b, c} Letras diferentes dentro de columna indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

^{ns}: ($P > 0.05$); * : ($P < 0.05$), ^e : Martínez *et al.* (2006b).

Las vacas G mostrarán promedios menores para tasa de destete comparadas con las vacas GC, CG y C, con diferencias de 25, 16 y 14 %, respectivamente (Martínez *et al.*, 2006b). Estos resultados muestran que las vacas G fueron menos eficientes en la producción de becerros. En LG se observarán diferencias importantes ($P < 0.05$) entre vacas CG (280.98 \pm 1.05 d) y C (284.10 \pm 0.93 d) mientras que los genotipos G (283.25 \pm 0.86 d) y GC (283.87 \pm 1.63 d) mostrarán un comportamiento intermedio. Lo anterior sugiere que vacas CG tiene un período interparto menor que vacas C. Para PA210 se observó un comportamiento similar ($P > 0.05$) entre las crías de los genotipos G, GC y CG las cuales si fueron diferentes ($P < 0.05$) a las crías del genotipo C (25, 34 y 34 kg, respectivamente).

En relación a los estimadores de heterosis individual para tasa de destete y LG (Cuadro 1), se observó que esta si influyó para TD pero no influyó para LG ($P > 0.05$). En contraste, la heterosis materna si influyó ($P < 0.05$) favorablemente el PA210 incrementando su promedio en 21.42 \pm 4.32 kg.

En el Cuadro 2 se presentarán las medias estimadas por mínimos cuadrados y errores estándar de LG y PA210 entre los diferentes genotipos para raza de padre y madre.

Cuadro 2. Medias de cuadrados mínimos y errores estándar (EE) para longitud de gestación (LG) y peso ajustado a los 210 días (PA210) por raza de padre y raza de madre y diferencias entre efectos genéticos directos y maternos.

Variable respuesta		Raza	
		LG (d)	PA210 ± EE (kg)
Raza de padre	G	283.56	178.99±3.43 ^a
	C	282.54	166.50±2.42 ^b
Raza de madre	G	282.11	178.97±2.25 ^a
	C	283.98	166.51±3.25 ^b
Guzerat-Criollo	Efectos directos	2.04	---
	Efectos maternos	2.89	---

G= Guzerat y C= Criollo.

^{a, b} Letras diferentes dentro de columna indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

Se observa en el Cuadro 2 que las vacas hijas de toros G tuvieron gestaciones que, en promedio, duraron un día más que las gestaciones de vacas hijas de toros C. En contraposición con lo anterior, las vacas hijas de madres G tuvieron gestaciones que, en promedio, duraron dos días menos que las gestaciones de vacas hijas de madres C. Así, el cruzamiento de toros G y vacas C tenderá a alargar la LG mientras que el cruzamiento de toros C y vacas G la acortará. Por otro lado, las diferencias entre los efectos genéticos directos y maternos fuerón, para la misma variable, de 2.04 y 2.89 d, respectivamente.

En relación a PA210 los promedios estimados señalaron mayor peso ($P < 0.05$) de las crías nacidas de toros G (178.99±3.43 kg) y madres G (178.97±2.25 kg) que el peso de las crías nacidas de toros C (166.50±2.42 kg) y madres C (166.51±3.25 kg).

En el Cuadro 3 se presentán las medias estimadas por mínimos cuadrados y errores estándar de LG y PA210 por NP y S.

Cuadro 3. Medias de cuadrados mínimos y errores estándar (EE) de longitud de gestación (LG) y peso ajustado a los 210 días (PA210) por número de parto (NP) y sexo de la cría.

NP	LG ± EE (d)	PA210 ± EE (kg)
0	285.60±1.13 ^{ab}	164.52±5.0 ^a
1	286.59±0.95 ^a	165.85±3.96 ^a
2	282.80±1.10 ^b	181.07±4.06 ^b
3	282.46±1.08 ^b	181.85±3.67 ^b
4	281.76±1.26 ^b	178.51±4.18 ^{bc}
5	280.51±1.64 ^b	164.64±6.34 ^{ac}
Sexo	Macho	174.18±2.52 ^a
	Hembra	171.31±2.82 ^a

^{a, b, c} Letras diferentes dentro de columna indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

La LG de vaquillas (285.60±1.13 d) no fue diferente ($P > 0.05$) de la LG de vacas con uno o más partos. En el mismo Cuadro 3 se observan diferencias significativas ($P < 0.05$) entre vacas de primer parto (286.59±0.95 d) y vacas de dos, tres, cuatro y cinco partos, con promedios de 282.80±1.10, 282.46±1.08, 281.76±1.26 y 280.51±1.64 d donde se puede apreciar que la mayor diferencia en LG (6 d) ocurrió entre las vacas de primer parto y las vacas de quinto parto.

En cuanto a PA210 los promedios correspondientes a vaquillas (164.52±5.0 kg), vacas de primer parto (165.85±3.96 kg) y vacas de quinto parto (164.64±6.34 kg) fueron similares ($P > 0.05$) entre si, pero todos diferentes ($P < 0.05$) a los promedios correspondientes a vacas de segundo y tercer parto las cuales produjeron los becerros más pesados al destete con 181.07±4.06 y 181.85±3.67 kg, respectivamente. El efecto del sexo no influyó de manera importante ($P > 0.05$) el PA210.

En el Cuadro 4 se presentarán las medias estimadas por mínimos cuadrados y errores estándar de tasa de destete y PA210, además de los promedios para BD de los diferentes genotipos.

Cuadro 4. Productividad hasta el destete de vacas Guzerat (G), Guzerat x Criollo (GC), Criollo x Guzerat (CG) y Criollo (C).

Genotipo de la vaca	TD \pm EE ^c (%)	PA210 \pm EE (kg)	BD (kg)
G	38 \pm 14 ^a	174.51 \pm 3.20 ^a	66.31
GC	63 \pm 21 ^b	183.46 \pm 5.98 ^a	115.58
CG	54 \pm 13 ^b	183.44 \pm 3.62 ^a	99.10
C	52 \pm 10 ^b	149.56 \pm 3.19 ^b	77.78
GC - G	25	8.95	48.79
CG - G	16	8.93	32.79
GC -CG	9	0.02	16.48

^{a, b} Letras diferentes dentro de columna indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

^c: Martínez *et al.* (2006b).

TD = tasa de destete, PA210 = peso vivo ajustado a 210 d, BD = kilogramos de becerro destetado por vaca en empadre.

Se observa que el genotipo GC (115.58 kg) destetó mas kilogramos de becerro por vaca en empadre que los genotipos CG (99.10 kg), C (77.78 kg) y G (66.31 kg). En el mismo Cuadro 4 se puede ver que las vacas G tuvieron una menor BD comparadas con las vacas GC y CG (con diferencias de 48.79 y 32.79 kg a favor de las vacas cruzadas). En cuanto al comportamiento de las cruzas el genotipo GC tuvo una BD mayor en 16.48 kg que el genotipo CG.

Los resultados de la Figura 1 muestran que las vacas cruzadas, en especial las vacas GC, tuvieron mayor eficiencia productiva que las vacas puras. Así, la utilización de vacas cruzadas en lugar de vacas cebú permite tener más BD disponible para la venta lo cual se reflejará en una mayor rentabilidad de la explotación.

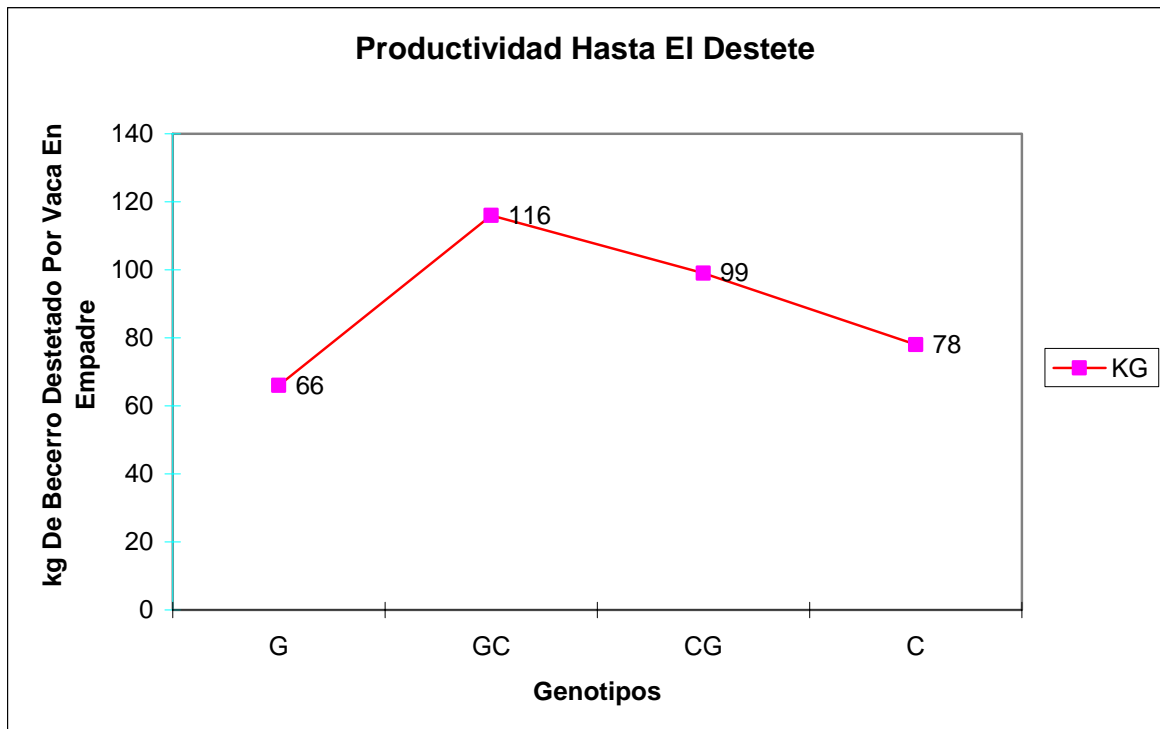


Figura 1. Productividad hasta el destete de los genotipos Guzerat (G), Guzerat x Criollo (GC), Criollo x Guzerat (CG) y Criollo (C).

5. Discusión

Al igual que en el presente estudio, otros autores han evaluado el crecimiento hasta el destete de crías *B. indicus* y *B. taurus* y de cruzas *B. indicus* x *B. taurus*. Así Ríos *et al.* (1996) encontraron pesos al destete de 175 ± 6 y 167 ± 3 kg para crías de vacas Indobrasil y Brahman, mientras que para vacas F1 los pesos de sus crías fueron más altos (175 ± 5 , 181 ± 3 , 182 ± 2 y 189 ± 4 kg para Charolais x Cebú, Hereford x Cebú, Suizo Pardo x Cebú y Angus x Cebú, respectivamente). Lo anterior coincide con el PA210 obtenido en el presente estudio para las crías de vacas GC (183.46 ± 5.98 kg), CG (183.44 ± 3.62 kg) y G (174.51 ± 3.20 kg). En contraste con los promedios mencionados, otros trabajos han reportado pesos al destete mayores. Por ejemplo, Cundiff *et al.* (1992) evaluando el comportamiento reproductivo de vaquillas cruzadas de las razas Hereford (H), Angus (A) y Shorthorn (S) encontraron que las cruzas HA y SA destetaron becerros más livianos (193.4 y 197.8 kg) que las cruzas SH y AH (204.2 y 206.8 kg), mientras que los becerros de hembras HS y AS fueron intermedios en peso al destete (196.3 y 202.2 kg). Por otro lado, Paschal *et al.* (1991) apareando vacas Hereford con toros *B. taurus* y *B. indicus* encontraron pesos al destete de 198.7 ± 3.9 kg en las crías toros Angus, y de 197.8 ± 3.6 , 205.1 ± 3.9 , 206.3 ± 3.5 , 212.9 ± 3.7 y 214.4 ± 3.6 kg para crías de toros Gir, Indobrasil, Nellore, Gray Brahman y Red Brahman, respectivamente. En otro experimento evaluando los mismos genotipos Riley *et al.* (2001) encontraron diferencias en el peso al destete de crías de toros Angus (227 ± 4.14 kg) comparadas con crías de toros Gir (255.54 ± 3.95 kg), Indobrasil (256.09 ± 4.02 kg), Gray Brahman (257.08 ± 3.63 kg), Nellore (257.41 ± 3.65 kg) y Red Brahman (261.06 ± 3.82 kg). En otro estudio, Kress *et al.* (1990) evaluando el peso al destete de la progenie de vacas *Bos taurus* con diferentes porcentajes de Simmental encontraron pesos de 211 ± 3.0 kg para la progenie de vacas Hereford y pesos de 223 ± 3.6 , 227 ± 3.2 , 237 ± 3.5 y 243 ± 3.7 kg para la progenie de vacas Angus – Hereford, $\frac{1}{4}$ Simmental x $\frac{3}{4}$ Hereford, $\frac{1}{2}$ Simmental x $\frac{1}{2}$ Hereford, $\frac{3}{4}$ Simmental x $\frac{1}{4}$ Hereford, respectivamente. Otros autores (Marshall *et al.*, 1990) evaluando el comportamiento de crías Hereford y crías cruzadas *B. taurus* x *B. taurus* reportaron pesos al destete de 203.0 kg para becerros Hereford, de 238.4 y 248.2 para becerros Simmental – Hereford y de 219.3 y 226.3 kg para becerros Angus – Hereford.

En general y de acuerdo a la literatura revisada, la utilización de vacas cruzadas se refleja en becerros más pesados al destete, lo anterior coincide con los resultados del presente estudio en donde se observó que las crías de vacas cruzadas presentaron los mayores promedios al destete.

En relación a otros trabajos la heterosis materna estimada en este análisis fue mayor (21.42 ± 4.32 kg). Por ejemplo, un estudio en el que se comparó la productividad de nueve razas *B. taurus* y tres poblaciones sintéticas (Gregory *et al.*, 1992) se determinaron promedios de heterosis materna de 16.4, 16.2 y 12.8 kg en vacas F1 de las poblaciones MARC I, MARC III y MARC II, respectivamente. De igual manera, en otro análisis que utilizó parte de la información del presente estudio se detectó una heterosis materna de 14.0 ± 4.2 kg (Borrayo, 2005). Promedios similares o menores ($P < 0.01$) fueron publicados por Cundiff *et al.* (1992) para heterosis materna sobre el peso al destete de crías de vacas Hereford x Shorthorn, Hereford x Angus y Angus x Shorthorn con 15.3 ± 1.3 , 9.5 ± 1.3 y 8.3 ± 1.3 kg, respectivamente.

De acuerdo a los valores de heterosis presentados, el incremento que se observa en los pesos al destete de crías de vacas cruzadas se debe en parte al efecto de la heterosis materna que se refleja en el crecimiento hasta el destete de la cría.

Para LG el presente estudio detectó que las hembras cruzadas hijas de toros *B. taurus* (vacas CG) tuvieron el promedio más corto para LG (280.98 ± 1.05 d), comparadas con el promedio (283.87 ± 1.63 d) de hembras cruzadas hijas de toros *B. indicus* (vacas GC), la diferencia entre los promedios mencionados fue de tres días. Diferencias mayores en LG han sido reportadas por otros autores al utilizar también toros de razas *B. indicus*. Por ejemplo Notter *et al.* (1978) encontraron que toros Brahman alargaron 6 d la LG comparados con el promedio de toros Angus y Hereford. De igual manera, Gregory *et al.* (1979) reportaron que toros Brahman y Sahiwal alargaron la LG de vacas Hereford en 9.2 y 11.4 d, respectivamente, comparados con la LG del mismo tipo de vacas apareadas con toros Angus. Asimismo, Reynolds *et al.* (1980) encontraron promedios diferentes de LG en vacas Brangus y Africander-Angus dependiendo de la raza del toro utilizado (9.7 y 8.4 d para LG de vacas cruzadas con toros Brahman y Angus, respectivamente). En el mismo estudio los autores mencionan una LG mayor en 11.1 d al comparar vacas Brahman y Angus pariendo crías puras. En otro estudio realizado con vacas Hereford y toros de razas *B. taurus* y *B. indicus* (Paschal *et al.*, 1991) se encontró que la LG mas corta correspondió a vacas Hereford (282 ± 1 d) cruzadas con toros Angus, mientras que al utilizar en el cruzamiento toros *B. indicus* los promedios mínimo y máximo fueron de 289 y 294 d para toros Gir y Nellore, respectivamente.

Por otro lado, existe información sobre LG de vacas *B. taurus* x *B. taurus*, observándose que, en general, los promedios son menores a los de vacas *B. indicus* x *B. taurus*. Así, un experimento (Kress *et al.*, 1990) en el que se evaluó la LG de vacas Hereford puras y sus cruza con Hereford, Angus y Simmental en diferentes proporciones se encontró que los

promedios mas cortos correspondieron a vacas AH (284.7 ± 0.75 d) y los más largos a vacas H (286.5 ± 0.63 d) y $\frac{3}{4}$ S x $\frac{1}{4}$ H (287.3 ± 0.77 d). En una evaluación similar (Marshall *et al.*, 1990) se comparó el comportamiento reproductivo de vacas Hereford y vacas en dos sistemas de cruzamiento rotacional (Hereford-Angus y Hereford-Simmental) encontrándose una LG intermedia para las vacas Hereford (285.1 d), mientras que las hembras del cruzamiento Hereford-Simmental (287.7 d) tuvieron en promedio una LG 2.4 d mas larga que la LG de las hembras del cruzamiento Hereford-Angus (284.3 d).

La heterosis individual estimada para LG en el presente análisis (-1.25 ± 1.24 d) no fue relevante. Coincidiendo con este resultado, un experimento en el que se evaluarón cinco razas en cruzamiento dialelo (Sacco *et al.*, 1990) en donde se determinó una heterosis promedio para LG de -0.4 ± 0.5 d. Otros autores también han publicado resultados que indican la nula importancia de la heterosis individual sobre LG (Cundiff *et al.*, 1974; Reynolds *et al.*, 1980; McElhenney *et al.*, 1985).

Los kilogramos de becerro destetados por vaca expuesta al empadre es un indicador directo de la eficiencia en la producción de becerros al destete. Este indicador es el resultado de la fertilidad, habilidad materna y producción de leche de las vacas así como de la sobrevivencia y el crecimiento hasta el destete de sus crías.

Los resultados del presente estudio indican mayores BD para hembras cruzadas GC (115.58 kg) y CG (99.10 kg) que para las hembras puras C (77.78 kg) y G (66.31 kg). Coincidiendo con lo anterior, en un experimento realizado con razas *B. indicus* y cruzas *B. taurus* x *B. indicus* (Ríos *et al.*, 1996) se determinó que vacas Indobrasil y Brahman destetaron 84 y 93.5 kg mientras que para las cruzas Charolais x Cebú, Hereford x Cebú, Suizo Pardo x Cebú y Angus x Cebú los kilogramos de becerro destetado por vaca en empadre fueron 106.8, 132.1, 132.9 y 140 kg, respectivamente. Los mismos autores concluyeron que, en promedio, las vacas *B. taurus* x *B. indicus* destetaron 30.6 % más kilogramos de becerro que las vacas *B. indicus* puras. En otro estudio evaluando el comportamiento productivo de ganado Hereford y sus cruzas con Angus y Simmental (Marshall *et al.*, 1990) se encontró que las vacas Hereford produjeron 164.2 kg de becerro al destete por vaca en empadre mientras que para la misma variable las vacas cruzadas produjeron 201.4 kg (Simmental x Hereford), 220.9 kg (Simmental x Hereford x Simmental), 193.6 kg (Angus x Hereford) y 219.7 kg (Angus x Hereford x Angus). Asimismo, dos trabajos publicados con información de un mismo hato compuesto por animales Hereford y sus cruzas con Angus y Simmental (Kress *et al.*, 1990; Davis *et al.*, 1994) establecieron que hembras Hereford destetaron menos kilogramos por vaca en empadre

(157±8.8 y 128±1.9 kg) comparadas con vacas Angus x Hereford (163±11.1 y 158±1.9 kg), $\frac{3}{4}$ Simmental x $\frac{1}{4}$ Hereford (169±10.5 y 152±1.9 kg) y $\frac{1}{2}$ Simmental x $\frac{1}{2}$ Hereford (189±11.2 y 165±1.9 kg).

Otro trabajo evaluando la productividad al primer empadre de vaquillas *B. taurus* y sus cruzas recíprocas F1 (Cundiff *et al.*, 1992) encontró que vaquillas Shorthorn, Hereford y Angus destetaron 127.6, 143.3 y 156.1 kg por hembra en empadre, mientras que las vaquillas cruzadas destetaron 147.2 kg (Hereford x Shorthorn) y 172.9 kg (Angus x Hereford). Por otro lado, evaluando el comportamiento reproductivo de nueve razas *B. taurus* (Gregory *et al.*, 1992) se encontró que vacas Hereford produjeron menos kilogramos de becerro al destete por vaca expuesta a empadre (127.1 kg), comparado con los kilogramos de becerro destetado por vacas Angus (145.2 kg), Simmental (175.5 kg) y Gelbvieh (187.5 kg). Resultados similares fueron reportados en un experimento que evaluó la productividad hasta el destete en vacas de varias razas *B. taurus* (Jenkins y Ferrell, 1994) en donde las vacas Hereford mostraron la menor productividad con 130 kg de becerro destetado por vaca en empadre contra 144, 158 y 185 kg para vacas Simmental Angus y Red Poll, respectivamente.

De acuerdo a la información revisada y a los resultados del presente estudio, la utilización de vacas cruzadas permite mejorar la producción de becerros para el abasto a través del incremento de los kilogramos de becerro destetado por vaca en empadre. Lo anterior ocurre, en gran medida, como consecuencia del mayor promedio para peso al destete que presentan las crías de vacas cruzadas, así como de la mayor eficiencia reproductiva que mostrarán este tipo de vacas.

6. Conclusiones

La utilización de vacas cruzadas contribuyó, a través de la heterosis materna, al aumento del peso al destete ajustado a 210 días de edad.

Las vacas Criollo x Guzerat tuvieron la longitud de gestación más corta, por lo tanto, utilizar este tipo de vacas puede contribuir a la disminución del período interparto en el hato.

Las vacas de primer parto mostraron ser menos eficientes al presentar las gestaciones más largas y destetar los becerros más ligeros.

Los genotipos Guzerat x Criollo y Criollo x Guzerat mostraron ser más productivos que los genotipos Guzerat y Criollo.

7. Resumen

Para estimar longitud de gestación (LG), peso ajustado a 210 días (PA210) y kg de becerro destetado por vaca en empadre (BD) se analizaron registros de vacas Guzerat (G), Guzerat x Criollo (GC), Criollo x Guzerat (CG) y Criollo(C). El estudio se realizó en el Campo Experimental El Verdineño (INIFAP-SAGARPA), localizado en el Municipio de Santiago Ixcuintla, Nayarit y presenta características productivas y reproductivas del ganado Criollo, Guzerat y sus cruza recíprocas considerando la posible utilización de estos genotipos en la producción de becerros para la engorda. Los resultados para LG mostraron diferencias ($P < 0.05$) entre vacas CG (280.98 ± 1.05 d) y C (284.10 ± 0.93 d). Las diferencias entre efectos genéticos directos y maternos fueron para la misma variable de 2.04 y 2.89 d, respectivamente. Para número de parto (NP) la mayor diferencia en LG (6 d) ocurrió entre vacas de primer parto (286.59 ± 0.95 d) y quinto parto (280.51 ± 1.64 d). Para PA210 se observó un comportamiento similar ($P > 0.05$) entre crías de vacas G, GC y CG las cuales si fueron diferentes ($P < 0.05$) a crías de vacas C (25, 34 y 34 kg, respectivamente). Los becerros más pesados al destete fueron de vacas de segundo y tercer parto con 181.07 ± 4.06 y 181.85 ± 3.67 kg, respectivamente. Para BD el genotipo GC (115.58 kg) fue superior a CG (99.10 kg), C (77.78 kg) y G (66.31 kg). Se concluye que utilizar vacas cruzadas contribuye, a través de la heterosis materna, al aumento del PA210 y de BD.

8. Literatura Citada

- BIF. 2002. Guidelines for uniform beef improvement programs. 8th ed. Beef Improvement Federation. The University of Georgia, Georgia.
- Borrayo Z, A. 2005. Producción de leche de vacas Criollo, Guzerat y sus cruzas recíprocas y su relación con el crecimiento de las crías. Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. Ajuchitlan, Querétaro.
- Cundiff, L. V., Gregory, K. E., and Koch, R. M. 1974. Effects of heterosis on reproduction in Hereford, Angus and Shorthorn cattle. *J. Anim. Sci.* 38:711-718.
- Cundiff, L. V., Nuñez-Dominguez, R., Dickerson, G. E., Gregory, K. E., and Koch, R. M. 1992. Heterosis for lifetime production in Hereford, Angus, Shorthorn, and crossbred cows. *J. Anim. Sci.* 70:2397-2410.
- Davis, K. C, Tess, M. W, Kress, D. D, Doornbos, D. E, and Anderson, D. C. 1994. Life cycle evaluation of five biological types of beef cattle in a cow-calf range production system: II. Biological and economic performance. *J. Anim. Sci.* 72:2591-2598.
- Dickerson, G.E. 1969. Experimental approaches in utilizing breed resources. *Anim. Breed. Abstr.* 37:191.
- Dickerson, G.E. 1973. Inbreeding and heterosis in animals. *Proc. Animal Breeding and Genetics Symp. in honor of Dr. J. L. Lush.* Am. Soc. Anim. Sci. Champaign, Illinois. U. S. A. 54.
- Gregory, K. E., Smith, G. M., Cundiff, L. V., Koch, R. M., and Laster, D. B. 1979. Characterization of biological types of cattle-cycle III. I. Birth and weaning traits. *J. Anim. Sci.* 48:271-279.
- Gregory, K. E., Cundiff, L. V., and Koch, R. M. 1992. Breed effects and heterosis in advanced generations of composite populations for reproduction and maternal traits of beef cattle. *J. Anim. Sci.* 70:656-672.
- Jenkins, T. G. and Ferrell, C. L. 1994. Productivity through weaning of nine breeds of cattle under varying feed availabilities. I. Initial evaluation. *J. Anim. Sci.* 72:2787-2797.
- Kress, D. D., Doombos, D. E., and Anderson, D. C. 1990. Performance of crosses among Hereford, Angus and Simmental cattle with different levels of Simmental breeding: V. Calf production, milk production and reproduction of three to eight-year-old dams. *J. Anim. Sci.* 68:1910-1921.

- Marshall, D. M., Monfore, M. D., and Dinkel, C. A. 1990. Performance of Hereford and two-breed rotational crosses of Hereford with Angus and Simmental cattle. I. Calf production through weaning. *J. Anim. Sci.* 68:4051-4059.
- Martínez V., G., Bustamante G., J. J., Palacios F., J. A. y Montaña B., M. 2006a. Efectos raciales y heterosis materna Criollo-Guzerat para crecimiento posdestete y características de la canal. *Téc. Pec. Méx.* 44:107-118.
- Martínez V., G., Montaña B., M. y Palacios F., J. A. 2006b. Efectos genéticos directos, maternos y heterosis individual para tasas de estro, gestación, parición y destete de vacas Criollo, Guzerat y sus cruzas F1. *Téc. Pec. Méx.* 44: EN PRENSA.
- Martínez V., G. 2005. El ganado bovino Criollo en Nayarit: Ubicación y población estimada. Sitio Experimental "El Verdineño". CIRPAC- INIFAP. Folleto Técnico Número 1. Nayarit, México.
- McElhenney, W. H., Long, C. R., Baker, J. F., and Cartwright, T. C. 1985. Production characters of first-generation cows of a five-breed diallel: Reproduction of young cows and preweaning performance of inter se calves. *J. Anim. Sci.* 61:55-62.
- Notter, D. R., Cundiff, L. V., Smith, G. M., Laster, D. B., and Gregory, K. E. 1978. Characterization of biological types of cattle. VI. Transmitted and maternal effects on birth and survival traits in progeny of young cows. *J. Anim. Sci.* 46:892-900.
- Paschal, J. C., Sanders, J. O., and Kerr, J. L. 1991. Calving and weaning characteristics of Angus, Gray Brahman, Gir, Indu-Brazil, Nellore, and Red Brahman sired F1 calves. *J. Anim. Sci.* 69:2395-2402.
- Reynolds, W. L., DeRouen, T. M., Moin, S., and Koonce, K. L. 1980. Factors influencing gestation length, birthweight and calf survival of Angus, Zebu and Zebu cross beef cattle. *J. Anim. Sci.* 51:860-868.
- Riley, D. G., Sanders, J. O., Knutson, R. E., and Lunt, D. K. 2001. Comparison of F1 *Bos indicus* x Hereford cows in Central Texas. I. Reproductive, maternal, and size traits. *J. Anim. Sci.* 79:1431-1438.
- Ríos U., A., Vega M., V., Montaña B., M., Lagunes L., J. y Rosete F., J. 1996. Comportamiento reproductivo en vacas Brahman, Indobrasil y cruzas F1 Angus, Charolais, Hereford y Suizo Pardo x Cebú y peso al destete de sus crías. *Téc. Pec. Méx.* 34:20-28.

- Sacco, R. E., Baker, J. F., Cartwright, T. C., Long, C. R., and Sanders, J. O. 1991. Heterosis retention for birth and weaning characters of calves in the third generation of a five-breed diallel. *J. Anim. Sci.* 69:4754-4762.
- Sacco, R. E., Baker, J. F., Cartwright, T. C., Long, C. R., and Sanders, J. O. 1990. Measurements at calving for straightbred and crossbred cows of diverse types. *J. Anim. Sci.* 68:3103-3108.
- SAGARPA. 2002. Informe sobre la situación de los Recursos Genéticos Pecuarios (RGP) de México. Coordinación General de Ganadería. www.sagarpa.gob.mx/Dgg
- SAS. 2003. User's Guide: statistics. SAS Inst. Cary, NC. USA.
- Síntesis geográfica de Nayarit. 1981. Secretaria de programación y presupuesto. México.