

UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO

CHAPINGO, MEXICO

45/2

TESIS DE MAESTRIA EN CIENCIAS

✓ EFECTOS GENETICOS ADITIVOS INDIVIDUALES DE RAZAS BOVINAS  
PARA CARACTERISTICAS DE CRECIMIENTO EN EL TROPICO



GUILLERMO MARTINEZ VELAZQUEZ

DIRECCION ACADEMICA  
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES  
OFICINA DE EXAMENES PRO ESTORALES

1989

UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO

CHAPINGO, MEXICO

EFECTOS GENETICOS ADITIVOS INDIVIDUALES DE RAZAS BOVINAS  
PARA CARACTERISTICAS DE CRECIMIENTO EN EL TROPICO

T E S I S

QUE COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCION ANIMAL

P R E S E N T A

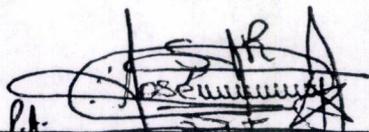
GUILLERMO MARTINEZ VELAZQUEZ

BAJO LA SUPERVISION DE

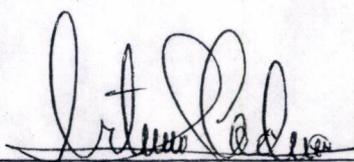
M.Sc. RAFAEL NUÑEZ DOMINGUEZ

ESTA TESIS FUE REALIZADA BAJO LA DIRECCION DEL M.Sc. RAFAEL NUÑEZ -  
DOMINGUEZ, REVISADA Y ACEPTADA POR EL JURADO EXAMINADOR INDICADO, -  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS  
EN PRODUCCION ANIMAL, ESPECIALISTA EN MEJORAMIENTO.

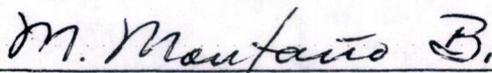
PRESIDENTE:

  
M. Sc. RAFAEL NUÑEZ DOMINGUEZ

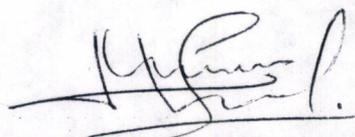
SECRETARIO:

  
M.C. ARTEMIO CADENA MENESES

VOCAL:

  
Ph. D. MOISES MONTAÑO BERMUDEZ

SUPLENTE:

  
M. Sc. MAXIMINO HUERTA BRAVO

SUPLENTE:

  
M. Sc. JOSE SOLIS RAMIREZ 22,404

## CONTENIDO

	Página
Indice de cuadros .....	i
Resumen .....	iii
INTRODUCCION .....	1
REVISION DE LITERATURA .....	3
Peso al nacimiento .....	3
Ganancia diaria predestete .....	12
Peso al destete .....	17
Crecimiento postdestete .....	26
Peso a 18 meses .....	30
MATERIALES Y METODOS .....	35
RESULTADOS Y DISCUSION .....	41
Importancia de las fuentes de variación .....	41
Comportamiento de grupos genéticos F1 y Cebú .....	44
Peso al nacimiento .....	44
Ganancia diaria predestete .....	46
Peso al destete ajustado a 205 días .....	46
Ganancia diaria postdestete .....	47
Comportamiento de cruzas 3/4 Bos taurus y Cebú .....	50
Peso al nacimiento .....	50
Ganancia diaria predestete .....	51
Peso al destete ajustado a 205 días .....	53
Efectos aditivos .....	54
CONCLUSIONES .....	61
LITERATURA CITADA .....	62

## INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Heterosis individual para peso al nacimiento en cruzas de varias razas bovinas .....	4
Cuadro 2. Efectos genéticos aditivos individuales de varias razas bovinas para peso al nacimiento	7
Cuadro 3. Efectos genéticos aditivos maternos de varias razas bovinas para peso al nacimiento .....	10
Cuadro 4. Heterosis individual para ganancia predestete en cruzas de varias razas bovinas .....	13
Cuadro 5. Efectos genéticos aditivos individuales de varias razas bovinas para ganancia diaria predestete .....	15
Cuadro 6. Efectos aditivos maternos de varias razas bovinas para ganancia diaria predestete ....	16
Cuadro 7. Heterosis individual para peso al destete ajustado a 205 días en cruzas de varias razas bovinas .....	18
Cuadro 8. Efectos genéticos aditivos individuales de varias razas bovinas para peso al destete ajustado a 205 días .....	22
Cuadro 9. Efectos genéticos aditivos maternos de varias razas bovinas para peso al destete ajustado a 205 días .....	25
Cuadro 10. Heterosis individual para ganancia diaria posdestete en cruzas de varias razas bovinas	27
Cuadro 11. Efectos genéticos aditivos individuales de varias razas bovinas para ganancia diaria posdestete .....	29
Cuadro 12. Heterosis individual para pesos posdestete en cruzas de varias razas bovinas .....	32
Cuadro 13. Efectos genéticos aditivos individuales de varias razas bovinas para pesos posdestete .	33
Cuadro 14. Análisis de varianza para características de crecimiento en animales <u>Bos taurus</u> x Cebú (F1) y Ceba .....	42

	Página
Cuadro 15. Análisis de varianza para características de crecimiento en animales 3/4 <u>Bos taurus</u> y Cebú .....	43
Cuadro 16. Medias de mínimos cuadrados y sus errores estandar para características de crecimiento en animales <u>Bos taurus</u> x Cebú (F1) y Cebú ..	45
Cuadro 17. Medias por mínimos cuadrados y sus errores estandar para características de crecimiento en animales 3/4 <u>Bos taurus</u> y Cebú .....	52
Cuadro 18. Estimación de los efectos genéticos aditivos individuales de algunas razas bovinas para características de crecimiento .....	55

## RESUMEN

Para estimar los efectos genéticos aditivos individuales ( $g^i$ ) para peso al nacimiento (PNAC), ganancia diaria predestete (GDPP), peso a 205 días (PD205), ganancia diaria posdestete (GDP) y peso a 18 meses de edad (P18M), de las razas Charolais (C), Simmental (S), Chianina (CI), Pardo Suizo (P), Limousin (L) y Cebú (Z); se analizaron los registros de animales Z y F1 nacidos durante los años de 1979 a 1987 en el Campo Experimental "El macho" (INIFAP-SARH). Los animales F1 se produjeron a partir de hembras Cebú apareadas con toros de las razas europeas citadas. Para el análisis de la información se utilizó un modelo de efectos fijos que incluyó año-época de nacimiento (AE), sexo (S), edad de la madre (EM), grupo genético (G) y el efecto residual. Los efectos de S y AE mostraron influencia significativa ( $P < .01$ ) sobre todas las variables de respuesta, mientras que EM solo afectó ( $P < .01$ ) a PD205. El G fue significativo ( $P < .01$ ) para todas las características, excepto GDP. Los efectos aditivos individuales se estimaron mediante funciones lineales de las medias por mínimos cuadrados de G, suponiendo que heterosis entre las crías F1 fue similar y utilizando los modelos descritos por Dickerson (1969; 1973). La clasificación de las razas en base a los  $g^i$ , en orden descendente, para las características estudiadas fue: PNAC = C, CI, Z, S, P y L; GDPP = C, Z, S, CI, P y L; PD205 = Z, C, S, CI, P y L; GDP = CI, C, S, P, L y Z; P18M = CI, S, C, Z, L y P.

## INTRODUCCION

El criador de ganado puede realizar el mejoramiento de su hato, mediante selección y/o cruzamiento, en función de la variabilidad genética existente. Si existe variación genética en el ganado, el mejoramiento se maximiza combinando cruzamiento con selección entre y dentro de razas (Cundiff, 1970). El cruzamiento involucra el apareamiento entre individuos de diferentes poblaciones, líneas, cepas o razas (Pirchner, 1979). En general Willham (1970) menciona que las ventajas obtenidas a partir del cruzamiento son: la producción de heterosis; la incorporación de genes deseables en una población a una tasa mayor a la obtenida mediante selección; y la incorporación de una combinación de características deseables en una población, también llamada complementareidad (Cartwright, 1970).

Resultados del cruzamiento entre razas Bos taurus, indican que el peso del becerro al destete por vaca empadrada puede aumentar alrededor de un 23%, como resultado de la heterosis sobre el crecimiento (Gregory et al., 1965) y la sobrevivencia (Wiltbank et al., 1967) de becerros híbridos producidos por vacas F1 (Cundiff et al., 1974). Más de la mitad de este incremento en el comportamiento se debe al uso de madres cruzadas.

Las cruzas entre ganado Bos indicus y Bos taurus muestran aún mayores niveles de heterosis, debido a la gran diversidad genética entre estas razas (Cartwright et al., 1964; Koger et al., 1975; Plasse, 1979). Por otro lado, Turner y Short (1972) encontraron que las cruzas que involucran Bos indicus resisten mejor los para<sup>s</sup>itos externos y en general sufren menos por la

adversidad del medio ambiente tropical.

En México, no existe la información necesaria para diseñar esquemas de cruzamientos adecuados entre razas. Para ello necesitamos conocer la magnitud, tanto de los efectos aditivos ( $g^i$ ,  $g^m$ ,  $g^P$ ) de los genes, como de los no aditivos a través de heterosis ( $h^i$ ,  $h^m$ ,  $h^P$ ), y de las pérdidas por recombinación ( $r^i$ ,  $r^m$ ,  $r^P$ ) para el comportamiento tanto de las crías, como de sus madres y padres (Dickerson, 1969; 1973).

En 1978, la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos puso a disposición de los ganaderos del trópico, semen de las razas Chianina, Charolais, Limousin, Simmental y Pardo Suizo. Considerando que han imperado diferentes objetivos en el desarrollo de cada una de las razas mencionadas, es importante evaluar la repercusión que estas razas han tenido en cruzamiento con los animales Cebú o encastados de Cebú que integran en general la población ganadera del trópico mexicano (Osorio, 1974; Schiavo, 1986; UACH, 1986).

Con base en lo anterior, el objetivo del presente trabajo es:

Caracterizar los diferentes genotipos, mediante la estimación de los efectos aditivos individuales de raza, para características de crecimiento pre y posdestete en ganado híbrido de razas europeas con Cebú.

## REVISION DE LITERATURA

Peso al nacimiento

Efectos genéticos. Un adecuado peso al nacimiento es una característica importante, ya que becerros con pesos cercanos al promedio tienen una mayor probabilidad de sobrevivencia (Woodward y Clark, 1959). Se ha observado que los efectos heteróticos sobre peso al nacimiento son consistentemente positivos (Preston y Willis, 1970). En el Cuadro 1 se presentan estimaciones de heterosis individual para peso al nacimiento en cruzas entre razas Bos taurus y de Bos taurus x Bos indicus. En el caso de cruzas entre razas de origen europeo, los valores de heterosis varían entre -2.65 % para Simmental x Hereford Sin Cuernos (Comerford et al., 1987) y 3.7 % para Charolais x Hereford (Panish et al., 1969). Un resumen de las estimaciones de heterosis en bovinos fué presentado por Long (1980). El encontró que la heterosis para peso al nacimiento en cruzas de razas europeas varió entre 1.5 y 3.1 %.

En contraste con lo anterior, Ellis et al. (1965) encontraron una heterosis de 10.8 % para cruzas Brahman x Hereford. De igual manera, Turner y McDonald (1969) publicaron una heterosis promedio de 10.9 % para cruzas Brahman x Bos taurus. Coincidiendo con los resultados de Comerford et al. (1987), quienes utilizando Simmental, Limousin, Hereford Sin Cuernos y Brahman en un cruzamiento dialélico, observaron que los valores de heterosis para peso al nacimiento fueron positivos, únicamente en los cruzamientos que involucraron la raza Brahman. En el Cuadro 1 se muestra una heterosis promedio de 9.9 % para cruzas de Brahman

CUADRO 1. HETEROSIS INDIVIDUAL PARA PESO AL NACIMIENTO EN CRUZAS DE VARIAS RAZAS BOIVINAS.

Genotipo	Heterosis <sup>a</sup>		Referencia
	kg	%	
Pardo Suizo x Red Poll	0.5	1.1	Gregory <u>et al.</u> (1978a)
Pardo Suizo x Hereford	1.4	3.4	
Pardo Suizo x Angus	1.1	2.8	
Pardo Suizo x Angus	-.1	-.29	Olson <u>et al.</u> (1985)
Promedio Ponderado <sup>b</sup>	1.1	2.7	
Charolais x Hereford	.4	1.0	Klosterman <u>et al.</u> (1968) (citado por Long, 1980)
Charolais x Hereford	1.4	3.7	Panish <u>et al.</u> (1969)
Charolais x Angus	.6	1.6	
Charolais x Hereford	.7	2.2	Dillard <u>et al.</u> (1980)
Charolais x Angus	1.1	3.3	
Promedio Ponderado	.7	1.8	
Simmental x Limousin	-.29	-.77	Comerford <u>et al.</u> (1987)
Simmental x Hereford Sin Cuernos	-.95	-2.65	
Simmental x Brahman	.78	2.3	
Promedio Ponderado	-.14	-.33	
Limousin x Simmental	-.29	-.77	
Limousin x Hereford Sin Cuernos	-.74	-2.16	
Limousin x Brahman	1.35	3.9	
Promedio Ponderado	.13	-.48	

CUADRO 1. Continuación

Genotipo	Heterosis <sup>a</sup>		Referencia
	kg	%	
Angus			Cunningham y Magee (1988)
Charolais	(promedio)	2.8	
Holstein			
Angus			
Hereford			
Charolais			
Holstein	(promedio)	4.9	
Simmental			
Hereford			
Brahman x Hereford	3.3	10.8	Ellis <u>et al.</u> (1965)
Brahman x Bos taurus	3.5	10.9	Turner y McDonald (1969)
Brahman x Simmental	.78	2.3	Comerford <u>et al.</u> (1987)
Brahman x Limousin	1.4	3.9	
Brahman x Hereford Sin Cuernos	2.6	8.2	
Promedio Ponderado	3.1	9.9	
Cebú x Criollo		9.0	Plasse (1983)

$$^a \text{Heterosis (h) \%} = \frac{h \text{ kg}}{p} \times 100, \text{ donde}$$

$\bar{p}$  = promedio de razas puras.

$$^b \text{Promedio Ponderado} = \frac{\sum W_i h_i}{\sum W_i}, \text{ donde}$$

$h_i$  = No. de observaciones y  $X_i$  = heterosis involucrando la raza  $i$ .

con razas Bos taurus. Un valor similar (9 %) presentó Plasse (1983) para Cebú x Criollo en el trópico de América Latina.

En el Cuadro 2 se muestra un resumen de los efectos genéticos aditivos individuales de varias razas bovinas para peso al nacimiento. En algunos experimentos (Baker y Carter, 1982; Cundiff, 1982; Vissac et al., 1982), las evaluaciones de las razas se realizaron a través del cruzamiento de sementales o semen de varias razas con hembras nativas de una o más razas (topcrossing). La comparación de dos genotipos híbridos en la primera generación, utilizando por ejemplo, las razas paternas Limousin (L) y Simmental (S) en una raza materna común {o sea, (L x A) - (S x A) = .5 (g<sup>i</sup><sub>L</sub> - g<sup>i</sup><sub>S</sub>) + (g<sup>P</sup><sub>L</sub> - g<sup>P</sup><sub>S</sub>) + (h<sup>i</sup><sub>La</sub> - h<sup>i</sup><sub>sa</sub>)}, estimaría 1/2 de las diferencias para efectos genéticos aditivos, si las diferencias en fertilidad del semental no influenciaron las características medidas y que además, los efectos de heterosis fueran los mismos para las razas de los sementales. Esto no se cumpliría cuando se incluyeran razas genéticamente muy diferentes, como razas europeas y cebuínas (Cundiff, 1982). Algunos valores mostrados en los cuadros de efectos aditivos (Cuadros 2, 5, 8, 11 y 13) se calcularon mediante las suposiciones antes descritas.

En lo relativo a efectos aditivos individuales para peso al nacimiento, Cundiff (1982) observó que el orden de importancia de las razas de mayor a menor fué Charolais, Brahman, Chianina, Simmental, Limousin y Pardo Suizo. De igual manera, Vissac et al. (1982) detectaron un mayor efecto aditivo de Charolais (6.3 kg), en relación a Chianina (4.1 kg), Simmental (2.8 kg) y Limousin (0

## CUADRO 2. EFECTOS GENETICOS ADITIVOS INDIVIDUALES DE VARIAS RAZAS

## BOVINAS PARA PESO AL NACIMIENTO

Raza	Efecto Aditivo (kg)	Referencia
Simmental	.2	<sup>a</sup> Chapman <u>et al.</u> (1978)
Limousin	0.0	
Chianina	5.0	<sup>a</sup> Baker y Carter (1982)
Charolais	3.0	
Simmental	2.0	
Limousin	0.0	
Charolais	2.2	<sup>a</sup> Cundiff (1982)
Brahman	2.0	
Chianina	1.6	
Simmental	1.4	
Limousin	0.0	
Pardo Suizo	-1	
Charolais	6.3	<sup>a</sup> Vissac <u>et al.</u> (1982)
Chianina	4.1	
Simmental	2.8	
Limousin	0.0	
Charolais	4.1	<sup>b</sup> Newman <u>et al.</u> (1985)
Simmental	3.2	
Limousin	0.0	
Chianina	1.6	<sup>a</sup> Williamson y Humes (1985)
Brahman	0.0	
Limousin	-2.2	

CUADRO 2. Continuación

Raza	Efecto Aditivo (kg)	Referencia
Simmental	3.2	<sup>b</sup> Comerford et al. (1987)
Brahman	2.84	
Limousin	0.0	
Hereford Sin Cuernos	-2.2	
Simmental	9.46	<sup>b</sup> Cunningham y Magee (1988)
Charolais	7.2	
Holstein	6.9	
Angus	0.0	

<sup>a</sup>Los autores presentan efectos aditivos estimados de acuerdo a lo sugerido por Cundiff (1982).

<sup>b</sup>Los efectos aditivos individuales se estimaron restandole a la media de la raza pura, la media general y el efecto materno correspondiente (Dickerson, 1969 y 1973).

kg). Esto coincide con los resultados obtenidos por Newman et al. (1985), quienes compararon la raza Charolais vs Simmental y Limousin, mostrando Limousin el menor efecto aditivo sobre el peso al nacimiento. Un comportamiento similar de Limousin fue observado por Chapman et al. (1978).

Contrastando con los resultados previos, Baker y Carter (1982) encontraron como raza superior a Chianina (5 kg), seguida por Charolais (3 kg) y Simmental (2 kg). El punto de referencia fue Limousin. Por otro lado, Comerford et al. (1987) encontraron que Simmental fue superior a Brahman, Limousin y Hereford Sin Cuernos (en ese orden de importancia). De igual manera Cunningham y Magee (1988), determinaron superioridad de Simmental inclusive sobre Charolais.

Sin embargo, un mayor peso al nacimiento provoca una mayor incidencia ( $P < .01$ ) de partos distócicos (Smith et al., 1976b; Dhuyvetter et al., 1985). La raza Limousin presenta escasos problemas al parto (Vissac et al., 1982), lo cual está asociado a los efectos aditivos bajos de esta raza para peso al nacimiento.

El peso al nacimiento de un becerro no solo es función de los genes que él posee, sino que también los genes contenidos por su madre pueden tener una influencia sobre esta característica a través del ambiente intrauterino. Algunas estimaciones de los efectos genéticos aditivos maternos se muestran en el Cuadro 3.

Comerford et al. (1987) encontraron que en relación a Brahman, los efectos aditivos maternos de la raza Limousin fueron superiores sobre Hereford Sin Cuernos y Simmental. Por otro lado, Cunningham y Magee (1988) obtuvieron para un primer conjunto de

## CUADRO 3. EFECTOS GENETICOS ADITIVOS MATERNOS DE VARIAS RAZAS BOVINAS

PARA PESO AL NACIMIENTO.

Raza	Efecto Aditivo (kg) <sup>a</sup>	Referencia
Limousin	9.58	Comerford <u>et al.</u> (1987)
Hereford Sin Cuernos	8.9	
Simmental	7.9	
Brahan	0.0	
Charolais	3.5	Cunningham y Magee (1988)
Holstein	2.0	
Angus	0.0	
Holstein	.20	
Angus	0.0	
Charolais	-3.6	
Simmental	-3.7	

<sup>a</sup> Los efectos aditivos maternos se estimaron a partir de los resultados presentados por cada fuente, en donde el efecto materno está dado por la diferencia entre el promedio de la i-ésima raza como madre, en relación al promedio de la misma raza como padre.

datos, un mayor efecto materno para Charolais comparado con Holstein y Angus. Esto se opone a resultados obtenidos por los mismos autores para un segundo conjunto de datos, en los cuales Holstein mostró la mayor habilidad materna, seguida por Angus, Charolais y Simmental.

Factores no genéticos. Algunos factores como año, época, sexo y edad de la madre, pueden influir sobre el peso al nacimiento de becerros cruzados (Ellis et al., 1965; Hinojosa et al., 1979; Plasse, 1979). Un resumen del efecto de año sobre peso al nacimiento fué presentado por Plasse (1979), quién indicó que dicho efecto es una fuente significativa de variación que refleja cambios en las condiciones climáticas y de manejo, las cuales afectan el comportamiento de las madres de becerros nacidos en años diferentes. Asimismo, el efecto de la época de nacimiento se ha relacionado con los factores nutricionales que actúan sobre la madre en el último tercio de gestación, período en el que el crecimiento fetal es mayor (Ellis et al., 1965).

En lo relativo al efecto del sexo de la cría sobre el peso al nacimiento, los trabajos publicados indican que en todos los casos los machos son más pesados que las hembras, con una ventaja de 5 a 10% para bovinos en el trópico latinoamericano (Ellis et al., 1965; Hinojosa et al., 1979; Plasse, 1979). En cuanto a la edad de la madre, en algunos casos se ha encontrado que las madres más jóvenes paren becerros menos pesados (Plasse y Koger, 1967; Berruecos y Robinson, 1968; Peña de Borsotti et al., 1974); en cambio, en otros casos no se han detectado diferencias (Hinojosa et al., 1979; Carrancá y Montaña, 1983).

### Ganancia diaria predestete

Efectos genéticos. En el Cuadro 4 se presentan algunos valores de heterosis individual para crecimiento predestete. Para cruzas entre razas Bos taurus se obtuvieron promedios de 3.4 y 3.9 %. Long (1980), también para cruzas Bos taurus, encontró que los valores de heterosis variaron entre 2.8 y 8.2 %.

En relación a cruzas Bos taurus x Bos indicus, se calculó un promedio ponderado de 5.8 % (Cuadro 4). Para las mismas cruzas, diferentes autores mencionan promedios de heterosis que van del 8 al 20 % (Muñoz y Martin, 1969; Cundiff, 1970; Plasse et al., 1973). Estos resultados concuerdan con los de Comerford et al. (1988), quienes determinaron 11.4, 10.7 y 10.0 % de heterosis, para Hereford Sin Cuernos x Brahman, Simmental x Brahman y Limousin x Brahman, respectivamente.

Comparaciones para efectos aditivos individuales sobre la ganancia diaria predestete se muestran en el Cuadro 5. Newman et al. (1985), trabajando con razas europeas, detectaron un comportamiento similar de Simmental y Charolais, mientras que Limousin tuvo el comportamiento más bajo ( $P < .001$ ). De igual manera, Comerford et al. (1988) encontraron que la raza Simmental tendió a ser superior ( $P < .10$ ) sobre las demás razas contemporáneas (Limousin, Brahman y Hereford Sin Cuernos). Por el contrario, Cunningham y Magee (1988) determinaron que Charolais fué mejor que Simmental.

Diferentes investigadores (Cuadro 6), han estimado efectos aditivos maternos sobre la ganancia diaria predestete. Comerford et al. (1988) no detectaron diferencias entre Simmental y Limousin, aunque esta última fue inferior a Brahman. Mientras que

## CUADRO 4. HETEROSIS INDIVIDUAL PARA GANANCIA DIARIA PREDESTETE EN

## CRUZAS DE VARIAS RAZAS BOVINAS

Genotipo	Heterosis <sup>a</sup>		Referencia
	Kg	%	
Pardo Suizo x Red Poll	.044	4.8	Gregory <i>et al.</i> (1978a)
Pardo Suizo x Hereford	.027	3.2	
Pardo Suizo x Angus	.036	4.0	
Promedio Ponderado <sup>b</sup>	.034	3.9	
Charolais x Hereford	.029	3.6	Klosterman <i>et al.</i> (1968) citado por Long (1980)
Charolais x Angus	.019	2.7	Sagebiel <i>et al.</i> (1973)
(machos)			
Charolais x Hereford	.016	2.3	
Charolais x Angus	.032	4.9	
(hembras)			
Charolais x Hereford	.010	2.9	
Charolais x Hereford	.050	7.0	Dillard <i>et al.</i> (1980)
Charolais x Angus	.010	1.3	
Promedio Ponderado	.021	3.4	
Simmental x Limousin	.010	1.2	Comerford <i>et al.</i> (1988)
Simmental x Hereford Sin Cuernos	.050	6.5	
Simmental x Brahman	.090	10.7	
Promedio Ponderado	.049	6.1	
Limousin x Simmental	.010	1.2	
Limousin x Hereford Sin Cuernos	.040	5.5	
Limousin x Brahman	.080	10.0	
Promedio Ponderado	.044	5.7	

CUADRO 4. Continuación

Genotipo	Heterosis <sup>a</sup>		Referencia
	kg	%	
Angus			Cunningham y Magee (1988)
Charolais			
(promedio)	.080		
Holstein			
Hereford			
Brahman x Hereford	-.032	-3.1	Turner y McDonald (1969)
Brahman x Angus	.025	3.6	
Brahman x Hereford Sin Cuernos	.090	11.4	Comerford <u>et al.</u> (1988)
Brahman x Simmental	.090	10.7	
Brahman x Limousin	.080	10.0	
Promedio Ponderado	.044	5.8	

a y b. Igual que para el Cuadro 1

## CUADRO 5. EFECTOS GENETICOS ADITIVOS INDIVIDUALES DE VARIAS RAZAS

## BOVINAS PARA GANANCIA DIARIA PREDESTETE

Raza	Efecto Aditivo (kg) <sup>a</sup>	Referencia
Simmental	.051	Newman <i>et al.</i> (1985)
Charolais	.047	
Limousin	.000	
Simmental	.080	Comerford <i>et al.</i> (1988)
Limousin	.000	
Brahman	-.030	
Hereford Sin Cuernos	-.040	
Angus	.000	Cunningham y Magee (1988)
Holstein	-.950	
Charolais	-1.030	
Holstein	.259	
Charolais	.120	
Simmental	.022	
Angus	.000	

<sup>a</sup> Equivalente a b en el cuadro 2

## CUADRO 6. EFECTOS GENETICOS ADITIVOS MATERNOS DE VARIAS RAZAS BOVINAS

## PARA GANANCIA DIARIA PREDESTETE

Raza	Efecto Aditivo (kg) <sup>a</sup>	Referencia
Brahman	.07	Comerford <u>et al.</u> (1988)
Simmental	.00	
Limousin	.00	
Hereford Sin Cuernos	-.07	
Angus	.00	Cunningham y Magee (1988)
Holstein	.00	
Charolais	-.07	
Holstein	.047	
Angus	.00	
Simmental	-.08	
Charolais	-.16	

<sup>a</sup> Igual que para el cuadro 3

Cunningham y Magee (1988), encontraron superioridad de la raza Simmental sobre Charolais.

Factores no genéticos. Se sabe que el sexo, la edad de la madre, el año y la época de nacimiento, son factores que pueden influir sobre el crecimiento predestete. Berruecos y Robinson (1968) y Carrancá y Montaña (1983) observaron diferencias a favor de los machos del orden del 6 al 10%. Por otro lado, Francoise et al. (1973) mostraron que las ganancias predestete de los terneros, se incrementaron con la edad de la madre, hasta los 7 años, manteniéndose de los 7 a los 11 años y disminuyendo posteriormente. Asimismo, Olson et al. (1985) detectaron efecto de año de nacimiento sobre la ganancia predestete, lo cual concuerda con lo encontrado por Plasse et al. (1974). La época de nacimiento ha mostrado un efecto significativo sobre ganancia predestete (Ochoa y Varela, 1973; Hinojosa et al., 1979).

#### Peso al destete

Efectos genéticos. Para peso al destete de cruza Bos taurus se han encontrado valores de heterosis individual que van de 2.8 a 7.2 % (Long, 1980). Un resumen de las estimaciones de heterosis individual para peso al destete se presenta en el Cuadro 7.

En contraste con los valores de heterosis obtenidos para cruzamientos entre razas Bos taurus, Peacock et al. (1978) obtuvieron una heterosis de 22.2 kg (13.1 %) para Brahman x Angus y de 13.8 kg (7.0 %) para Brahman x Charolais, bajo condiciones subtropicales. Posteriormente, Peacock et al., (1981) estimaron una heterosis individual de 17.5 kg (9 %) para Brahman x Charolais. Estimaciones de magnitud similar fueron publicadas por

CUADRO 7. HETEROSIS INDIVIDUAL PARA PESO AL DESTETE AJUSTADO A 205 DIAS  
EN CRUZAS DE VARIAS RAZAS BOVINAS

Genotipo	Heterosis <sup>a</sup>		Referencia
	Kg	%	
Fardo Suizo x Red Poll	9.0	4.0	Gregory <i>et al.</i> (1978c) (200 días de edad)
Fardo Suizo x Hereford	6.7	3.2	
Fardo Suizo x Angus	7.9	3.6	
Fardo Suizo x Angus	4.2	1.9	Olson <i>et al.</i> (1985)
Promedio Ponderado <sup>b</sup>	7.0	3.2	
Charolais x Hereford	9.0	3.4	Klosterman <i>et al.</i> (1968) (citado por Long, 1980)
Charolais x Hereford	5.4	2.4	Panich <i>et al.</i> (1969)
Charolais x Angus	4.5	2.4	Sagebiel <i>et al.</i> (1973)
(machos)			
Charolais x Hereford	3.9	2.1	
Charolais x Angus	7.5	4.3	
(hembras)			
Charolais x Hereford	1.8	1.0	
Charolais x Angus	5.3	2.8	Peacock <i>et al.</i> (1978)
Charolais x Brahman	13.8	7.0	
Charolais x Angus	6.5	3.5	Alenda <i>et al.</i> (1980)
Charolais x Hereford	3.8	2.0	
Charolais x Angus	3.7	1.0	Dillard <i>et al.</i> (1980)
Charolais x Hereford	9.5	5.2	
Charolais x Angus	3.8	2.0	Peacock <i>et al.</i> (1981)
Charolais x Brahman	17.5	9.0	
Promedio Ponderado	7.7	3.7	

CUADRO 7. Continuación

Genotipo	Heterosis <sup>a</sup>		Referencia
	Kg	%	
Simmental x Limousin	1.1	.4	Comerford <u>et al.</u> (1988)
Simmental x Hereford Sin Cuernos	11.4	5.3	
Simmental x Brahman	20.4	8.9	
Promedio Ponderado	10.9	4.8	
Limousin x Simmental	1.1	.4	
Limousin x Hereford Sin Cuernos	8.6	4.2	
Limousin x Brahman	16.9	7.7	
Promedio Ponderado	9.0	4.17	
Limousin			MacNeil <u>et al.</u> (1982)
Chianina			
Charolais (promedio)	4.4		
Simmental			
(y 8 razas más, Bos taurus)			
Angus			Cunningham y Magee (1988)
Charolais (promedio)	23.3		
Holstein			
Hereford			
Angus			
Charolais (promedio)	26.3		
Simmental			
Holstein			
Hereford			

CUADRO 7. Continuación

Genotipo	Heterosis <sup>a</sup>		Referencia
	Kg	%	
Brahman x Hereford	26.0	15.9	Cartwright <u>et al.</u> (1964)
Brahman x Bos taurus	21.2	11.9	
Brahman x Shorthorn	25.5	16.7	Koger <u>et al.</u> (1975)
Brahman x Angus	22.2	13.1	Peacock <u>et al.</u> (1978)
Brahman x Charolais	13.8	7.0	
Brahman x Charolais	17.5	9.0	Peacock <u>et al.</u> (1981)
Brahman x Angus	20.7	12.1	
Brahman x Simmental	20.4	8.9	Comerford <u>et al.</u> (1988)
Brahman x Limousin	16.9	7.7	
Brahman x Hereford Sin Cuernos	20.3	9.9	
Promedio Ponderado	22.0	12.7	
Cebú x Criollo		11.0	Plasse (1983)

a y b Igual que para el Cuadro 1

Comerford et al. (1988), quienes trabajando con cruzas Brahman x Simmental, Brahman x Limousin y Brahman x Hereford Sin Cuernos, obtuvieron heterosis para peso a los 217 días de edad de 20.4 kg (8.9 %), 16.9 kg (7.7 %) y 20.3 kg (9.9 %), respectivamente.

Asimismo, Plasse (1983) encontró una media de 11 % para cruzas Bos taurus x Bos indicus en condiciones tropicales. Estos resultados sugieren que cruzas de Bos indicus x Bos taurus muestran valores de heterosis para peso al destete (12.7 %) consistentemente mayores que las cruzas que involucran solamente razas Bos taurus, donde las estimaciones fluctuaron entre .4 y 5.3 % (Cuadro 7).

La clasificación de efectos aditivos individuales en diferentes razas, se muestra en el Cuadro 8. Cundiff (1982) resumió el comportamiento para peso al destete de 14 razas de sementales utilizadas con un mismo tipo de vientres. La jerarquización para algunas de ellas en relación a Limousin, con base en el peso a 200 días, fue Charolais (10 kg), Chianina (9 kg), Brahman (9 kg), Simmental (7 kg) y Pardo Suizo (7 kg). Otros investigadores (Peacock et al., 1978; Peacock et al., 1981), obtuvieron resultados similares. Sin embargo, Newman et al. (1985) no observaron diferencia entre Charolais y Simmental, siendo ambas razas superiores ( $P < .001$ ) a Limousin.

En oposición a lo anterior, Chapman et al. (1978) observaron para becerros destetados a los 8 meses de edad, un mayor peso de Limousin en relación a Simmental. Por otro lado MacNeil et al. (1982) encontraron, en relación a Limousin, efectos aditivos individuales para Simmental, Charolais y Chianina de 5.1, 2.9 y 1.9 kg, respectivamente. La superioridad de efectos aditivos

## CUADRO B. EFECTOS GENETICOS ADITIVOS INDIVIDUALES DE VARIAS RAZAS

## BOVINAS PARA PESO AL DESTETE AJUSTADO A 205 DIAS

Raza	Efecto Aditivo (kg)	Referencia
Simmental	-2.6	<sup>b</sup> Chapman <u>et al.</u> (1978) (destete a 240 días)
Limousin		
Charolais	46.0	<sup>a</sup> Peacock <u>et al.</u> (1978)
Brahman	8.2	
Angus	0.0	
Charolais	25.2	<sup>a</sup> Peacock <u>et al.</u> (1981)
Angus	0.0	
Brahman	-14.4	
Charolais	10.0	<sup>b</sup> Cundiff (1982) (destete a 200 días)
Chianina	9.0	
Brahman	9.0	
Simmental	7.0	
Pardo Suizo	7.0	
Limousin	0.0	
Simmental	5.1	MacNeil <u>et al.</u> (1982)
Charolais	2.9	
Chianina	1.9	
Limousin	0.0	
Charolais	13.5	<sup>a</sup> Newman <u>et al.</u> (1985) (destete a 200 días)
Simmental	13.3	
Limousin	0.0	

CUADRO B. Continuación

Raza	Efecto Aditivo (Kg)	Referencia
Chianina	.6	<sup>b</sup> Williamson y Humes (1985), (destete a 200 días)
Simmental	.1	
Brahman	0.0	
Simmental	16.9	<sup>a</sup> Comerford et al. (1988) (destete a 217 días)
Limousin	0.0	
Brahman	-.8	
Hereford Sin Cuernos	-12.8	
Holstein	33.4	<sup>a</sup> Cunningham y Magee (1988)
Charolais	16.1	
Angus	0.0	
Holstein	57.0	
Simmental	27.3	
Charolais	19.1	
Angus	0.0	

a y b Igual que para el cuadro 2

individuales de Simmental sobre Charolais también fué observada por Cunningham y Magee (1988).

En el Cuadro 9 se muestran los valores de efectos aditivos maternos para peso al destete. MacNeil *et al.* (1982) encontraron que Simmental fue mejor comparada con 6 razas Bos taurus, incluyendo a Charolais. Lo anterior es similar a lo observado por Cunningham y Magee (1988), quienes encontraron que Simmental, tuvo un comportamiento más favorable que Charolais. La raza Brahman por otro lado, ha mostrado superioridad en habilidad materna sobre Simmental y Limousin (Comerford *et al.*, 1988) y sobre Charolais (Peacock *et al.*, 1981). Sin embargo, sobre esta última comparación existen resultados que indican lo contrario. (Peacock *et al.* 1978).

Efectos no genéticos. El sexo, la edad de la vaca, el año y la época de nacimiento, son algunos efectos no genéticos que pueden influir sobre el peso al destete. Plasse (1979) concluyó que el peso al destete de los machos es superior al de las hembras. En relación con la edad de la vaca, Plasse (1978) establece que en general, las vacas de una edad comprendida entre 5 y 10 años, destetan becerros más pesados. Algunos autores no han encontrado influencia importante de edad de la madre sobre peso al destete (Hinojosa *et al.*, 1979; Carrancá y Montaña, 1983).

Por otro lado, las variaciones en año de nacimiento de los becerros han afectado significativamente al peso al destete (Plasse, 1974; Nelson *et al.*, 1982). Asimismo, la época de nacimiento ha tenido un efecto significativo sobre el peso al

## CUADRO 9. EFECTOS GENETICOS ADITIVOS MATERNOS DE VARIAS RAZAS BOVINAS

PARA PESO AL DESTETE AJUSTADO A 205 DIAS

Raza	Efecto Aditivo (kg) <sup>a</sup>	Referencia
Charolais	13.0	Peacock <u>et al.</u> (1978)
Brahman	10.0	
Angus	0.0	
Brahman	6.0	Peacock <u>et al.</u> (1981)
Charolais	2.1	
Angus	0.0	
Simmental	16.6	<sup>b</sup> MacNeil <u>et al.</u> (1982)
Charolais	6.0	
Angus	0.0	
Brahman	21.3	Comerford <u>et al.</u> (1988)
Simmental	17.4	
Limousin	14.9	
Hereford Sin Cuernos	0.0	
Holstein	7.3	Cunningham y Magee (1988)
Angus	0.0	
Charolais	-10.1	
Holstein	13.7	
Angus	0.0	
Simmental	-15.7	
Charolais	-38.9	

<sup>a</sup>Igual que para cuadro 3<sup>b</sup>Estimaciones de efectos aditivos presentados por los autores

destete, ya que becerros nacidos en épocas con abundancia de forraje, se destetan con pesos más altos (Carneiro y Pereira, 1968; Hinojosa et al., 1979). Sin embargo, en otros casos no se ha encontrado efecto de época sobre esta característica (Torres et al., 1974; Thorpe et al., 1980).

#### Crecimiento posdestete

Efectos genéticos. En el Cuadro 10 se presentan algunos valores de heterosis para ganancia diaria posdestete. Para cruzas entre razas Bos taurus, Cundiff (1970) encontró en 9 experimentos que la heterosis varió entre 2 y 4 % para crecimiento posdestete, peso al año de edad o peso al sacrificio. Asimismo, Long (1980) también para cruzas entre razas Bos taurus, resumió los resultados de diferentes autores, encontrando promedios de heterosis entre 2.2 y 9.7 % para ganancia posdestete.

En relación a cruzas Bos taurus x Bos indicus, Plasse (1974) y Plasse (1983) publicaron valores de heterosis para crecimiento posdestete entre 10 y 20 % en el primer caso, y 30 % en el segundo caso. Por otro lado, Comerford et al. (1988) sólo encontraron valores relativamente altos de heterosis (9.8 %) para las cruzas Brahman x Hereford Sin Cuernos. En el Cuadro 10 se muestra un promedio de 8.7 % para cruzas Brahman x Bos taurus.

En el Cuadro 11 se muestran resultados para efectos aditivos individuales sobre el crecimiento posdestete. Cundiff (1982) presentó resultados de la evaluación de varias razas utilizadas como sementales y encontró que los valores aditivos individuales de Simmental y Charolais fueron similares entre sí y superiores a los de Chianina, Pardo Suizo, Brahman y Limousin. Estos resultados coinciden con los publicados por Vissac et al. (1982).

CUADRO 10. HETEROSIS INDIVIDUAL PARA GANANCIA DIARIA POSDESTETE EN CRUZAS  
DE VARIAS RAZAS BOVINAS

Genotipo	Heterosis <sup>a</sup>		Referencia
	kg	%	
Pardo Suizo x Red Poll	.030	5.8	Gregory <i>et al.</i> (1978c) (hembras)
Pardo Suizo x Hereford	.045	8.9	
Pardo Suizo x Angus	.070	13.4	
Pardo Suizo x Red Poll	.025	2.3	Gregory <i>et al.</i> (1978b) (machos)
Pardo Suizo x Hereford	-.033	3.0	
Pardo Suizo x Angus	.075	7.0	
Promedio Ponderado <sup>b</sup>	.040	7.5	
Charolais x Hereford	.022	2.2	Klosterman <i>et al.</i> (1968) (citado por Long, 1980) Panish <i>et al.</i> (1969) (citado por Cundiff, 1970)
Charolais x Hereford	.034	3.1	
Charolais x Angus	.029	2.8	
Promedio Ponderado	.024	2.3	
Simmental x Limousin	.060	6.0	Cowerford <i>et al.</i> (1988)
Simmental x Hereford Sin Cuernos	-.010	.5	
Simmental x Brahman	.030	2.9	
Promedio Ponderado	.027	3.2	
Limousin x Simmental	.060	6.0	
Limousin x Hereford Sin Cuernos	.020	1.9	
Limousin x Brahman	-.010	1.1	
Promedio Ponderado	.022	2.9	

CUADRO 10. Continuación

Genotipo	Heterosis <sup>a</sup>		Referencia
	Kg	%	
Brahman x Hereford	.098	10.8	Cartwright et al. (1964)
Brahman x Simmental	.030	2.9	Comerford et al. (1988)
Brahman x Limousin	-.010	1.1	
Brahman x Hereford Sin Cuernos	.090	9.8	
Promedio Ponderado	.077	8.7	
Cebú x Criollo		30.0	Plasse (1983)

<sup>a y b</sup> Igual que para el Cuadro 1

## CUADRO 11. EFECTOS GENETICOS ADITIVOS INDIVIDUALES DE VARIAS RAZAS

## BOVINAS PARA GANANCIA DIARIA POSDESTETE

Raza	Efecto Aditivo (kg)	Referencia
Simmental	.168	<sup>b</sup> Cundiff (1982)
Charolais	.159	
Chianina	.077	
Pardo Suizo	.068	
Brahman	.037	
Limousin	.000	
Charolais	.083	<sup>b</sup> Vissac et al. (1982)
Simmental	.072	
Chianina	.042	
Limousin	.000	
Hereford Sin Cuernos	.120	<sup>a</sup> Comerford et al. (1988)
Limousin	.000	
Simmental	-.080	
Brahman	-1.660	

a y b Igual que para el cuadro 2

Sin embargo, Comerford et. al. (1988) observaron superioridad de Limousin cuando se comparó con Simmental, aunque esta diferencia no fue significativa.

#### Peso a 18 meses

Efectos genéticos. En el Cuadro 12 se resumen valores de heterosis para peso a 12 o más meses de edad, donde se observa que para cruzas entre razas Bos taurus los promedios variaron entre .86 y 6.3 %. Resultados similares para el mismo tipo de cruzas publicó Long (1980), mostrando valores de heterosis entre 2 y 7 % para peso al año de edad.

Los valores de heterosis anteriores son inferiores al promedio (16 %) que obtuvo Plasse (1983) en diferentes pesos posdestete de cruzas entre Bos indicus x Bos taurus bajo condiciones tropicales; así como también, a los promedios de heterosis para Brahman x Simmental (8.1 %) y Brahman x Hereford Sin Cuernos (10.1 %) encontrados por Comerford et al. (1988).

Los efectos aditivos individuales para pesos posdestete se muestran en el Cuadro 13. Baker y Carter (1982) no observaron diferencia entre Charolais y Simmental, siendo ambas razas superiores a Chianina y Limousin. De igual manera, Cundiff (1982) señaló que no hubo diferencia entre el comportamiento posdestete de novillos y vaquillas, hijos de sementales Charolais y Simmental, siendo estos superiores a la progenie de sementales Chianina, Pardo Suizo y Brahman, quedando la progenie de toros Limousin con el comportamiento más pobre. Estos resultados son similares a los publicados por Vissac et al. (1982) y Comerford et al. (1988); excepto que estos últimos observaron que

la progenie de toros Brahman tendió a mostrar ( $P < .10$ ) un comportamiento más pobre que la de Limousin.

Efectos no genéticos. Existen factores ambientales, como sexo, año y época de nacimiento, que afectan el crecimiento y los pesos posdestete de bovinos bajo condiciones tropicales (Muñoz y Martín 1969; Plasse, 1979).

## CUADRO 12. HETEROSIS INDIVIDUAL PARA PESOS POSDESTETE EN CRUZAS DE VARIAS

## RAZAS BOVINAS

Genotipo	Heterosis <sup>a</sup>		Referencia
	kg	%	
Pardo Suizo x Red Poll	2.8	.86	Gregory <i>et al.</i> (1978c) (hembras 400 días de edad)
Pardo Suizo x Hereford	11.5	3.7	
Pardo Suizo x Angus	20.0	6.3	
Pardo Suizo x Red Poll	35.2	7.7	Gregory <i>et al.</i> (1978b) (machos 424 días de edad)
Pardo Suizo x Hereford	8.8	1.9	
Pardo Suizo x Angus	21.4	4.7	
Promedio Ponderado <sup>b</sup>	13.8	4.3	
Charolais x Hereford	15.5	3.7	Klosterman <i>et al.</i> (1968) (citado por Long, 1980) Comerford <i>et al.</i> (1988) (12 meses de edad)
Simmental x Limousin	10.6	2.7	
Simmental x Hereford Sin Cuernos	24.3	6.2	
Simmental x Brahman	30.1	8.1	
Promedio Ponderado	21.5	5.6	
Limousin x Simmental	10.6	2.7	
Limousin x Hereford Sin Cuernos	12.3	3.3	
Limousin x Brahman	24.6	6.8	
Promedio Ponderado	15.9	4.3	
Brahman x Simmental	30.1	8.1	Comerford <i>et al.</i> (1988) (12 meses de edad)
Brahman x Limousin	24.6	6.8	
Brahman x Hereford Sin Cuernos	35.6	10.1	
Promedio Ponderado	29.9	8.3	
Cebú x Criollo		16.0	Plasse (1983)

a y b Igual que para el cuadro 1

## CUADRO 13. EFECTOS GENETICOS ADITIVOS INDIVIDUALES DE VARIAS RAZAS

## BOVINAS PARA PESOS POSDESTETE

Raza	Efecto Aditivo (kg) ( % )	Referencia
Charolais	108	<sup>b</sup> Baker y Carter (1982)
Simmental	108	(20 meses de edad)
Chianina	105	
Limousin	101	
Hereford x Angus	100	
Charolais	109	<sup>b</sup> Cundiff (1982)
Simmental	109	(machos a 452 días de edad)
Chianina	105	
Pardo Suizo	104	
Brahman	102	
Limousin	99	
Charolais	106	(hembras a 400 días de edad)
Simmental	106	
Chianina	105	
Pardo Suizo	103	
Brahman	103	
Limousin	102	
Hereford x Angus	100	
Charolais	22	<sup>b</sup> Vissac <u>et al.</u> (1982)
Simmental (machos)	19	(12 meses edad aprox.)
Chianina	8	
Limousin	0	

CUADRO 13. Continuación

Raza	Efecto Aditivo (kg) ( % )	Referencia
Simmental	33.5	<sup>a</sup> Comerford <u>et al.</u> (1988)
Hereford Sin Cuernos	.700	(peso al año de edad)
Limousin	0.0	
Brahman	-40.1	

a y b Igual que para el Cuadro 2

Se analizaron registros de animales F1 y 3/4 Bos taurus nacidos entre los años de 1979 a 1987 en el Campo Experimental Pecuario "El Macho", perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), localizado en el municipio de Tecuala, en la costa norte del Estado de Nayarit.

Los animales F1 provinieron de vacas Cebú, inseminadas con toros de las razas Charolais (C), Simmental (S), Chianina (CI), Limousin (L), Pardo Suizo (P) e Indobrasil (Z). Las crías 3/4 se obtuvieron a partir de hembras F1 inseminadas con toros de las razas Bos taurus respectivas. El número aproximado de sementales utilizados a través de los años, por raza, fue 10 Pardo Suizo, 10 Simmental, 10 Charolais, 6 Limousin, 4 Chianina y 10 Indobrasil.

El programa de manejo contempló dos épocas de empadre, del 15 de marzo al 30 de mayo y del 15 de septiembre al 30 de noviembre. Estos dos empadres determinaron a su vez dos épocas de nacimiento, las cuales se presentaron del 15 de diciembre a fines de febrero y del 15 de junio a fines de agosto.

Las crías se mantuvieron junto con sus madres, en potreros con zacate Estrella de Africa (Cynodon plectostachyus), hasta los 7 meses de edad aproximadamente, momento en que se realizó el destete. En épocas de estiaje, las vacas con cría y los animales recién destetados se suplementaron con 2 kg de sorgo molido por animal por día. El manejo sanitario del hato incluyó la inmunización contra carbón sintomático, edema maligno y rabia paralítica, así como baños de inmersión contra parásitos externos cada 21 días.

Para el análisis de la información se consideraron las siguientes variables:

Peso al nacimiento (PNAC)

Ganancia diaria de peso predestete (GDPP)

Peso al destete ajustado a 205 días (PD205)

Ganancia diaria de peso del destete a 18 meses (GDP)

Peso a los 18 meses (P18M)

donde,

$GDPP = (\text{Peso al destete} - \text{PNAC}) / \text{Edad al destete},$

$PD205 = (GDPP \times 205) + \text{PNAC},$  y

$GDP = (\text{P18M} - \text{Peso al destete}) / (\text{Edad a 18 meses} - \text{Edad al destete})$

Análisis Estadístico. Para el análisis de las variables de respuesta antes señaladas, se utilizó un modelo preliminar que incluyó los efectos fijos de año-época de nacimiento (resultado de la combinación de número de años y número de épocas de nacimiento de las crías), sexo (machos y hembras), edad de la madre (I = menos de 46 meses, II = entre 46 y 57 meses, III = entre 58 y 97 meses, IV = 98 meses o más) y el grupo genético (Cx, Sx, Cix, Lx, Px y Zx), además del efecto residual.

El criterio para determinar las categorías para edad de la madre, se basó en las recomendaciones de la Federación para el Mejoramiento de Carne Bovina (BIF, 1976) y de Leighton *et al.* (1982). Se realizaron análisis por separado para las cruzas F1 y para las retrocruzas. En general, se observó que las interacciones de dos factores no mostraron ser una fuente de variación significativa ( $P > .05$ ), por lo que fueron eliminadas del modelo.

La información se analizó por el método de mínimos cuadrados para diferente número de observaciones dentro de subclase (Harvey, 1987). Para disminuir el desbalance en el número de registros por genotipo (por ejemplo para PNAC,  $C_x = 131$ ,  $S_x = 183$ ,  $CI_x = 163$ ,  $L_x = 202$ ,  $P_x = 276$  y  $Z_x = 936$ ), se muestrearon los datos de Cebú ( $Z_x$ ) en forma aleatoria, tratando de uniformizar el número de observaciones por craza, de acuerdo al procedimiento sugerido por Steel y Torrie (1985). Para estimar las diferencias estadísticas entre las medias de los grupos genéticos, se utilizó la prueba de Scheffé para número desigual de repeticiones (Gill, 1978; Steel y Torrie, 1985).

Para estimar las diferencias en efectos aditivos individuales de las razas Bos taurus involucradas, se hicieron comparaciones entre las medias de mínimos cuadrados de la craza Limousin x Cebú y las demás cruza F1. A continuación se muestran los modelos usados para comparar Limousin x Cebú vs cualquier otra craza F1.

$$LZ = \mu + 1/2 (g^i_l + g^i_z) + g^m_z + h^i_{lz} + \epsilon_i$$

$$X_{jz} = \mu + 1/2 (g^i_j + g^i_z) + g^m_z + h^i_{jz} + \epsilon_i$$

donde,

$LZ$  = F1 (Limousin x Cebú),

$X_{jz}$  = cualquier craza F1 entre sementales de la raza  $j$  (excepto L) y vientres de la raza Cebú,

$\mu$  = media general,

$g^i_l$  = desviación debida al efecto directo promedio de los genes del individuo, provenientes de la raza Limousin,

$g^i_z$  = desviación debida al efecto directo promedio de los genes del

individuo, provenientes de la raza Cebú,

$g^i_j$  = desviación debida al efecto directo promedio de los genes del individuo, provenientes de la j-ésima raza europea (excepto L),

$g^m_z$  = desviación debida a los efectos promedio, a través del ambiente materno, por genes de madres de la raza Cebú,

$h^i_{1z}$  = desviación debida al incremento de la heterocigosis promedio de cruza F1 provenientes de la raza paterna Limousin y de la raza materna Cebú,

$h^i_{jz}$  = desviación debida al incremento de la heterocigosis promedio de cruza F1 provenientes de la j-ésima raza paterna europea (excepto L) y de la raza materna Cebú, y

$E_i$  = error aleatorio asociado a la i-ésima media de la craza  
 $\sim NI(0, r^2)$

En base a los dos modelos previos, se observa que la diferencia entre cualquier craza F1 (excepto Lx) y Limousin x Cebú incluye el efecto aditivo individual de la raza paterna ( $1/2 g^i_j - 1/2 g^i_1$ ), además de la heterosis individual ( $h^i_{jz} - h^i_{1z}$ ); por lo que ambos efectos están confundidos. Puesto que no se pudo estimar el valor de  $h^i_{jz}$  por no tener las cruza recíprocas, ni las 2 razas parentales, se consideró la suposición de que la heterosis de la craza entre cualquier raza europea y Cebú es aproximadamente igual. Lo anterior se basa en resultados de cruza entre razas Bos taurus, los cuales no aportan evidencia significativa sobre diferencias en niveles de heterosis (Willham, 1975 y 1977, citados por Baker y Carter, 1982). Diferentes autores han usado la suposición anterior para estimar efectos aditivos individuales en razas Bos taurus (Baker y Carter, 1982; Cundiff, 1982; Vissac et al. 1982).

De ésta manera, dos veces la diferencia entre la media de cualquier cruce F1 (excepto Lx) y la de Limousin x Cebú, estimó la diferencia entre el efecto aditivo individual de cualquier raza Bos taurus (excepto Limousin) con respecto al efecto aditivo individual de la raza Limousin.

El efecto aditivo individual de la raza Cebú se estimó considerando el modelo que representa cualquier cruce F1 además del modelo para la raza Cebú.

$$Zx = \mu + g^i_z + g^m_z + \epsilon_i$$

$$X_{jz} = \mu + 1/2 (g^i_j + g^i_z) + g^m_z + h^i_{jz} + \epsilon_i$$

En primer lugar se ajustaron las medias de las cruces F1 para  $h^i_{jz}$ , utilizando un porcentaje de heterosis ponderado ( $h^i_p$ ) para cruces Bos indicus con las razas europeas evaluadas en el presente trabajo. Dicho porcentaje se estimó usando la información de los Cuadros 1, 4, 7, 10 y 12; expresándose  $h^i_p$  como desviación de la media de cada cruce F1. Asimismo, se ajustó  $X_{jz}$  por los efectos genéticos aditivos individuales de la raza europea, empleando las estimaciones de  $g^i$  generadas en el presente estudio.

Por lo tanto, el contraste entre el modelo Cebú y el modelo ajustado de cualquier cruce F1, es el siguiente:

$$Zx = \mu + g^i_z + g^m_z + \epsilon_i$$

$$X_{jz} = \mu + 1/2 g^i_z + g^m_z + \epsilon_i$$

De tal manera que el doble de la diferencia entre los dos modelos, estima el efecto genético aditivo individual de la raza Cebú ( $g^i_z$ ).

Los modelos mostrados para hacer las comparaciones anteriormente descritas, están basados en los componentes genéticos definidos por Dickerson (1969, 1973).

## RESULTADOS Y DISCUSION

Importancia de las fuentes de variación

En el Cuadro 14 se muestran los análisis de varianza para características de crecimiento en animales F1 y Cebú. El efecto de grupo genético fue significativo ( $P < .01$ ) para todas las características excepto GDP. Esto sugiere que es factible aplicar selección entre genotipos para incrementar la producción de carne en el medio tropical. Los efectos de sexo del becerro y de la combinación año - época de nacimiento, mostraron una influencia significativa ( $P < .01$ ) sobre las diferentes características de crecimiento. Lo anterior coincide con lo observado por Ellis et al. (1965), Hinojosa et al. (1979) y Plasse (1979).

En relación con el efecto de edad de la vaca, éste solo resultó significativo ( $P < .01$ ) para PD205, característica donde la influencia materna se hace más manifiesta. Resultados similares fueron obtenidos por Plasse (1978), pero diferentes a los observados por Hinojosa et al. (1979) y Carrancá y Montaña (1983). Los coeficientes de determinación variaron de 18 a 36 %, para GDP y GDPP, respectivamente. Estos coeficientes son comunes cuando las investigaciones se desarrollan en condiciones ambientales poco controladas.

En el Cuadro 15 se muestran los análisis de varianza para comportamiento hasta el destete de animales 3/4 Bos taurus y Cebú. La variación en las características PNAC, GDPP y PD205 fue influida significativamente ( $P < .06$ ) por grupos genéticos, sexos, edad de la madre y la combinación año - época de nacimiento. Los modelos explicaron una mayor proporción de la

CUADRO 14. ANALISIS DE VARIANZA PARA CARACTERISTICAS DE CRECIMIENTO<sup>a</sup> EN ANIMALES Bos taurus x CEBU

(F1) Y CEBU

F. V.	G.L.	C. M.				
		PNAC	GDPP	PD205	GDP	P18M
Grupo Genético	5	60.62 <sup>**</sup>	.102 <sup>**</sup>	2765.85 <sup>**</sup>	.010	5494.10 <sup>**</sup>
Sexo	1	77.02 <sup>**</sup>	.343 <sup>**</sup>	13412.09 <sup>**</sup>	.211 <sup>**</sup>	6869.23 <sup>**</sup>
Edad Madre	3	1.26	.020	1560.50 <sup>**</sup>	.008	173.00
Año-Epoca		110.63 <sup>**</sup> (18) <sup>b</sup>	.302 <sup>**</sup> (18)	13172.86 <sup>**</sup> (18)	.074 <sup>**</sup> (12)	8664.05 <sup>**</sup> (12)
Error		7.43 (1200)	.013 (1118)	532.83 (1128)	.010 (514)	816.59 (484)
R <sup>2</sup>		.218	.355	.352	.176	.266

<sup>a</sup> PNAC = Peso al nacimiento, GDPP = Ganancia diaria predestete, PD205 = Peso al destete ajustado a 205 días, GDP = Ganancia diaria posdestete, P18M = Peso a los 18 meses.

<sup>b</sup> Grados de libertad.

\* (.01 < P < .05)

\*\* (P < .01)

CUADRO 15. ANALISIS DE VARIANZA PARA CARACTERISTICAS DE CRECIMIENTO<sup>a</sup> EN ANIMALES 3/4 Bos taurus

Y CEBU

F. V.	G. L.	C. M.		
		PNAC	GDPP	PD205
Grupo Genético	5	27.52 <sup>**</sup>	.030 <sup>*</sup>	1693.07 <sup>**</sup>
Sexo	1	100.98 <sup>**</sup>	.073 <sup>**</sup>	6963.34 <sup>**</sup>
Edad Madre	3	15.83 <sup>*</sup>	.042 <sup>**</sup>	2576.27 <sup>**</sup>
Año-Epoca		13.75 <sup>**</sup> (16) <sup>b</sup>	.101 <sup>**</sup> (15)	4909.25 <sup>**</sup> (15)
Error		6.04 (208)	.010435 (213)	496.194689 (215)
$R^2$		.301	.462	.482

<sup>a</sup> Definidas en el cuadro 14.<sup>b</sup> Grados de libertad<sup>\*</sup> (.01 < P < .06)<sup>\*\*</sup> (P < .01)

variación en las características estudiadas, en comparación con los análisis realizados en becerros F1. Los coeficientes de determinación fluctuaron entre 30 % para PNAC y 48 % para PD205.

#### Comportamiento de grupos genéticos F1 y Cebú

En el Cuadro 16 se muestran las medias de mínimos cuadrados y sus errores estándar por grupo genético, para PNAC, GDPP, PD205, GDP y P18M en animales F1 y Cebú.

Peso al nacimiento. Las diferencias entre los grupos genéticos para esta característica fueron pequeñas pero significativas. Los grupos genéticos Cx y C1x tuvieron pesos al nacimiento más altos ( $P < .05$ , Cuadro 16) que los genotipos Lx, Px y Zx. El comportamiento de las crías Sx fue intermedio entre los grupos genéticos evaluados.

Resultados similares fueron obtenidos por Hinojosa et al. (1979), quienes observaron un mayor ( $P < .05$ ) peso al nacimiento de las cruas Cx (28.7 kg) y Sx (28.3 kg), comparado con las cruas Lx (26.9 kg) y Cebú (25.3 kg). Asimismo Reynoso et al. (1987), analizando parte de la información utilizada en el presente trabajo, obtuvieron para Cx un peso al nacimiento de 33.1 kg, el cual fue superior ( $P < .01$ ) a Sx (31.7 kg), Px (31.2 kg), Lx (30.9 kg), C1x (30.6 kg) y Zx (30.3 kg). En contraposición con los resultados del presente trabajo, Willis et al. (1971), trabajando con crías europeo x Cebú en clima tropical, no detectaron efecto de la raza paterna Bos taurus sobre el peso al nacimiento.

En general se observa que los pesos al nacimiento para los distintos genotipos analizados en el presente estudio se encuentran dentro del intervalo (25.3 a 33.1 kg) establecido por

CUADRO 16. MEDIAS DE MINIMOS CUADRADOS Y SUS ERRORES ESTANDAR PARA CARACTERISTICAS DE CRECIMIENTO EN ANIMALES *Bos taurus* x CEBU (F1) Y CEBU

Característica**	Grupo Genético*					
	Clx	Cx	Sx	Lx	Px	Zx
PNAC (kg)	31.17±2.23 <sup>b</sup> (163) <sup>a</sup>	31.58±.26 <sup>b</sup> (131)	30.80±.22 <sup>bc</sup> (183)	30.17±.21 <sup>c</sup> (202)	30.24±.19 <sup>c</sup> (276)	30.08±.20 <sup>c</sup> (273)
GDPP (g)	602±010 <sup>bc</sup> (156)	634±011 <sup>b</sup> (116)	620±009 <sup>bc</sup> (173)	594±009 <sup>cd</sup> (193)	602±008 <sup>bc</sup> (250)	564±008 <sup>d</sup> (258)
PD205 (kg)	154.56±2.04 <sup>bc</sup> (155)	159.45±2.17 <sup>c</sup> (134)	157.8±1.96 <sup>c</sup> (171)	151.15±1.91 <sup>bc</sup> (190)	154.44±1.72 <sup>bc</sup> (248)	148.91±1.72 <sup>b</sup> (258)
GDP (g)	292±014 (64)	289±014 (56)	276±012 (78)	275±012 (83)	275±011 (105)	262±010 (150)
P18M (kg)	246.05±4.26 <sup>b</sup> (61)	242.77±4.58 <sup>b</sup> (50)	243.17±3.59 <sup>b</sup> (76)	239.82±3.8 <sup>b</sup> (78)	231.48±3.42 <sup>bc</sup> (95)	225.68±3.24 <sup>c</sup> (146)

\* Cruzas F1: Clx = Chianina, Cx = Charolais, Sx = Simmental, Lx = Limousin, Px = Pardo Suizo; Zx = Cebú puro.

\*\* Se definen en el cuadro 14.

<sup>a</sup> Número de observaciones.

<sup>bcd</sup> Medias dentro de cada característica sin una letra en común, son diferentes (P < .05).

diversos investigadores que han trabajado con las mismas cruzas en condiciones tropicales (Hinojosa et al., 1979; Reynoso et al., 1987) .

Ganancia diaria predestete. Los becerros Cx mostraron una ganancia predestete más alta ( $P < .05$ , Cuadro 16) que los becerros Lx y Zx. No se detectó diferencia ( $P > .05$ ) entre las crías Cx, Sx, C1x y Px; sin embargo, estos genotipos sí superaron a Zx.

Reynoso et al. (1987) obtuvieron resultados similares, encontrando que Sx (713 g), y Cx (693 g) tuvieron un mejor ( $P < .01$ ) comportamiento que Px (644 g), Lx (617 g), Zx (610 g) y C1x (605 g). De igual manera, Willis et al. (1971), trabajando con crías F1, establecieron como mejor craza a la Charolais x Cebú (814 g), seguida por Pardo Suizo x Cebù (804 g), Holstein x Cebú (780 g) y Brahman (710 g). Por otro lado, Comerford et al. (1988) señalaron que la mejor craza fue Simmental x Brahman (960 g), seguida por Limousin x Brahman (920 g) y Brahman (820 g).

En contraste con los resultados del presente trabajo, Hinojosa et al. (1979) no detectaron efecto de la raza paterna sobre la ganancia diaria predestete.

Peso al destete ajustado a 205 días. Los grupos genéticos Cx y Sx obtuvieron los mayores pesos siendo éstos únicamente diferentes ( $P < .05$ , Cuadro 16) del genotipo Zx. Al igual que para peso al nacimiento y ganancia promedio predestete, las crías Cx y Lx mostraron el mejor y el peor comportamiento entre las cruzas, respectivamente.

En concordancia con el presente trabajo, Willis et al. (1971) encontraron, en crías mantenidas en clima tropical y destetadas a 90 días de edad, que el mayor peso al destete correspondió a Charolais x Cebú, siguiéndole, en orden de importancia, Pardo Suizo x Cebú, Holstein x Cebú y Brahman. Asimismo, Reynoso et al. (1987) no observaron diferencia ( $P > .01$ ) entre Sx (197.3 kg) y Cx (193.7 kg), aunque dichos grupos genéticos sí fueron diferentes ( $P < .01$ ) a Px (180.5 kg), Lx (174.1 kg), Zx (171.3 kg) y CIX (171 kg).

Contrastando con los resultados anteriores, Hinojosa et al. (1979) no observaron diferencias significativas ( $P > .05$ ) en peso al destete de becerros hijos de vacas Cebú y de toros de razas Brahman y europeas, posiblemente debido a la gran variabilidad ( $P < .01$ ) entre toros dentro de cada raza paterna utilizada. Sin embargo, en el mismo trabajo se observa que las crías de padres Simmental superaron en 18.7 kg a las crías de toros Brahman.

Los resultados anteriores sugieren que bajo las condiciones en que se realizó el estudio y si el objetivo del ganadero es la venta de becerros al destete, el comportamiento de los becerros Cebú puede ser superado significativamente, utilizando los vientres Cebú en un sistema de cruzamiento terminal, empleando como razas paternas Charolais o Simmental.

Ganancia diaria posdestete. No se observaron diferencias significativas ( $P > .05$ ) para esta característica entre los grupos genéticos comparados (Cuadro 14). A pesar de lo anterior, las cruzas CIX y Cx tendieron a ganar más peso posdestete que las cruzas Sx, Lx y Px, siendo los animales Cebú los que tendieron a mostrar el comportamiento más bajo (Cuadro 16). La media general

para ganancia de peso posdestete fue de  $278 \pm .007$  g.

Coincidiendo con lo anterior, Zarazúa y Montaña (1982), analizando parte de la información usada en el presente trabajo, tampoco encontraron efecto ( $P > .05$ ) del grupo genético sobre la ganancia del destete al año de edad.

Sin embargo, Dhuyvetter et al. (1985), comparando Charolais y Limousin como razas paternas encontraron diferencia significativa ( $P < .01$ ) a favor de Charolais, para ganancia posdestete en corral de engorda. De igual manera, Smith et al. (1976a), trabajando con novillos hijos de sementales Bos taurus apareados con vacas Hereford y Shorthorn, obtuvieron ganancias similares cuando la raza paterna fue Simmental (1.25 kg) o Charolais (1.24 kg), las cuales fueron superiores a Limousin (1.08 kg) y Jersey (1.04 kg). En contraste con lo anterior, Comerford et al. (1988) encontraron que la ganancia posdestete en corral de engorda fue mejor para Limousin x Brahman (870 g) que Simmental x Brahman (850 g) y Brahman (760 g).

Peso a los 18 meses. Los grupos genéticos C1x, Cx, Sx y Lx fueron diferentes ( $P < .05$ ) al Zx, mientras que Px tuvo un comportamiento intermedio (Cuadro 16). De igual manera que para peso al destete ajustado a 205 días, los resultados en peso a los 18 meses sugieren como razas paternas en cruzamiento terminal a Charolais y Simmental, y además Chianina y Limousin, para sistemas de producción en el trópico que contemplen la venta de animales después del destete. Lo anterior se basa en la superioridad observada de animales C1x Cx, Sx y Lx en relación con Cebú.

En concordancia con los resultados anteriores, Fajardo et al. (1987) observaron, para ganado mantenido en clima tropical, un mayor peso a los 18 meses de Simmental x Indobrasil en relación a Pardo Suizo x Indobrasil e Indobrasil. Asimismo, Comerford et al. (1988) encontraron, para peso al año de edad en corral de engorda, una superioridad de Simmental x Brahman (405.2 kg) sobre Limousin x Brahman (384.7 kg) y Brahman (336.4 kg). Previamente, Zarazúa y Montaña (1982) encontraron diferencias ( $P < .01$ ) entre grupos genéticos, cuando analizaron peso al año de edad, mostrando Sx el mayor peso con un promedio de 211 kg, mientras que para Cx, Px, Lx, Cix y Zx los promedios fueron de 202, 191, 188, 186 y 176 kg, respectivamente.

Los resultados del peso a los 18 meses en el presente estudio (Cuadro 16), indican superioridad sobre Zx, de los grupos genéticos Cix (20.4 kg, 9 %), Sx (17.5 kg, 7.7 %), Cx (17.1 kg, 7.6 %) y Lx (14.2, kg 6.3 %). Dichos valores son inferiores a los obtenidos por Plasse (1988) en condiciones tropicales, quien observó que en relación a Brahman, las cruzas Charolais x Brahman y Simmental x Brahman fueron superiores en 12 y 13 %, respectivamente.

Es notoria la diferencia de los promedios para las diferentes características analizadas en el presente estudio, en relación a los valores publicados por otros autores, trabajando con grupos genéticos similares. Así, Rudder et al. (1975) encontraron en condiciones tropicales, ganancias posdestete de 663 y 570 g para Charolais x Brahman y Brahman, respectivamente. De igual manera, Comerford et al. (1988) observaron promedios de 870, 850 y 760 g para ganancia posdestete en corral de engorda, para las cruzas

Limousin x Brahman, Simmental x Brahman y Brahman, respectivamente. Los valores anteriores son superiores al promedio general para GDP en el presente trabajo ( $278 \pm .007$  g).

Las diferencias en promedios mencionadas previamente, sugieren que los animales no recibieron la cantidad adecuada de nutrientes. Plasse (1988) concluyó que bajo condiciones precarias de alimentación, los sistemas de cruzamiento no incrementan la producción de carne a los niveles esperados. Sin embargo, es importante mencionar que a pesar de las condiciones de manejo que prevalecieron durante el tiempo en que se recolectaron los datos para el presente análisis y otro que se realizó previamente (Zarazúa y Montaña, 1982), sí se detectaron diferencias ( $P < .05$ ) en pesos posdestete a favor de cruza F1 en relación a Zx.

#### Comportamiento de cruza 3/4 Bos taurus y Cebú

Las medias por mínimos cuadrados y sus errores estándar para PNAC, GDPP y PD205 de crías 3/4 y Cebú, se muestran en el Cuadro 17.

Peso al nacimiento. El grupo genético 3/4 Lx mostró el promedio de PNAC más bajo, siendo diferente ( $P < .05$ ) de 3/4 C1x y 3/4 Px, los cuales tuvieron los pesos al nacimiento más altos. La diferencia de 3/4 Px y 3/4 Cx en relación a Zx fue de 4.6 y 2.6 %, respectivamente, lo cual es inferior a lo observado por Plasse (1988) en clima tropical, en donde becerros 3/4 Pardo Suizo 1/4 Brahman y 3/4 Charolais 1/4 Brahman fueron 14 y 17 % superiores a Brahman para PNAC.

La amplitud entre pesos al nacimiento de crías F1 fue de 1.41 kg, mientras que para animales 3/4 fue de 2.52 kg. Lo anterior,

además de los pesos elevados de becerros 3/4 CI y 3/4 P, así como el bajo PNAC de crías 3/4 L, sugieren que al incrementarse el porcentaje de la raza Bos taurus, tienden a mostrarse las diferencias entre estas razas, como posiblemente ocurriría con genotipos puros, mismos que se han desarrollado en ambientes diferentes y con objetivos distintos (Lasley, 1981).

Se observó un mayor ( $P < .05$ ) promedio general de peso al nacimiento para crías 3/4 sobre F1 ( $31.44 \pm .32$  vs  $30.68 \pm .12$ ). El mayor PNAC presentado por crías 3/4 Bos taurus, reflejó la contribución de los genes aportados por la raza europea, lo cual sugiere que en el ambiente intrauterino la cría no resintió drásticamente, los efectos ambientales adversos imperantes en el trópico.

Ganancia diaria predestete. Se observó que el grupo genético 3/4 Px fue diferente ( $P < .05$ , Cuadro 17) al Zx, mientras que los demás grupos genéticos mostraron un comportamiento intermedio.

Es notorio que la ganancia promedio predestete de los becerros Cx haya sido similar a todos los grupos genéticos, contrastando con los resultados de las cruzas F1, en donde Cx mostró el mejor promedio. Probablemente lo anterior se debe a un problema de adaptación de Charolais a las condiciones del ambiente tropical, indicando que estas condiciones no fueron adecuadas para permitir la expresión del 75 % de genes Charolais, los cuales son capaces de producir tasas de crecimiento altas (Cuadro 5), demandando más nutrientes y por lo tanto, resintiéndose más las condiciones ambientales adversas.

Para ganancia promedio predestete se invierte la relación entre los promedios para PNAC observados en crías F1 y 3/4 Bos

CUADRO 17. MEDIAS POR MINIMOS CUADRADOS Y SUS ERRORES ESTANDAR PARA CARACTERISTICAS DE CRECIMIENTO EN ANIMALES 3/4 Bos taurus Y CEBU

Característica**	Grupo Genético*					
	Cix	Cx	Sx	Lx	Px	Zx
PNAC (kg)	32.54±.62 <sup>b</sup> (25) <sup>a</sup>	31.44±.59 <sup>bc</sup> (27)	31.89±.58 <sup>bc</sup> (29)	30.02±.54 <sup>c</sup> (37)	32.07±.46 <sup>b</sup> (58)	30.65±.38 <sup>bc</sup> (58)
GDPP (g)	614±022 <sup>bc</sup> (30)	560±023 <sup>bc</sup> (27)	599±023 <sup>bc</sup> (28)	560±021 <sup>bc</sup> (39)	621±017 <sup>b</sup> (59)	558±016 <sup>c</sup> (55)
PD205 (kg)	155.89±4.93 <sup>bc</sup> (30)	142.18±5.13 <sup>bc</sup> (27)	151.02±5.03 <sup>bc</sup> (28)	140.93±4.55 <sup>c</sup> (39)	155.75±3.86 <sup>b</sup> (58)	142.73±3.65 <sup>bc</sup> (58)

\* Se definen en el Cuadro 16.

\*\* Se definen en el Cuadro 14.

<sup>a</sup> Número de observaciones.

<sup>b</sup> y <sup>c</sup> Medias dentro de cada característica sin una letra en común, son diferentes (P < .05).

taurus. Para esta característica la diferencia es a favor de los becerros F1 (.603±.006 vs .586±.011), sin ser significativa ( $P > .05$ ).

Peso al destete ajustado a 205 días. Se observó que los becerros 3/4 P fueron más pesados ( $P < .05$ , Cuadro 17) que los 3/4 L en 10.5 %. La diferencia entre 3/4 P y Zx fue de 9.1 % a favor del primero, sin llegar a ser significativa ( $P > .05$ ). Los resultados del presente estudio son inferiores a los publicados por Plasse (1988) en condiciones tropicales, en donde se observó superioridad sobre Brahman de 25 y 17 % para 3/4 Pardo Suizo y 3/4 Charolais, respectivamente.

Al igual que para ganancia diaria predestete, las crías F1 superaron ( $P < .05$ ) en peso al destete a los becerros 3/4 Bos taurus (154.4±1.08 vs 148.1±2.5 kg).

El pobre comportamiento de las crías 3/4 para GDPP y PD205, concuerda con los resultados de Plasse (1988), quien concluyó que en clima tropical el porcentaje de raza Bos taurus no debe exceder de 50 %. Los resultados que se han generado en el trópico para animales 3/4 Bos taurus, indican que el efecto detrimental del medio ambiente tropical es superior a las ventajas ( $h^i$ ,  $h^m$ ,  $g^i$ ,  $g^m$ ) esperadas al utilizar becerros híbridos, hijos de vacas cruzadas (Plasse, 1983; 1988).

Es indudable que para que el cruzamiento entre Bos taurus x Bos indicus en clima tropical latinoamericano, produzca los resultados esperados, se deben mejorar conjuntamente el nivel alimenticio y el manejo sanitario de los hatos (Plasse, 1988).

### Efectos aditivos

El modelo básico de cualquier fenotipo establece que éste es función del genotipo más el medio ambiente ( $F = G + MA$ ), en donde las diferencias genotípicas se deben a efectos genéticos aditivos y no aditivos. Aunque la información que se analizó en el presente trabajo no permitió la estimación de efectos genéticos no aditivos, para estimar los efectos genéticos aditivos individuales, se consideró la suposición de que los valores de heterosis individual para cada característica en las cruzas F1 analizadas fueron similares.

En el Cuadro 18 se muestran estimaciones de los efectos aditivos individuales para PNAC, GDPP, PD205, GDP y P18M de Cebú y las razas europeas evaluadas, expresados como desviaciones de la raza Limousin.

Para PNAC, la clasificación en orden descendente fue C, CI, Z, S, P y L. Los resultados anteriores coinciden con los publicados por Chapman et al. (1978), Vissac et al. (1982), Newman et al. (1985) y Williamson y Humes (1985). Valores aditivos individuales altos para la raza Charolais, también fueron observados por Cundiff (1982), aunque en ese estudio Brahman exhibió valores más altos que Chianina. Es pertinente señalar, que de acuerdo al procedimiento utilizado para estimar los efectos aditivos individuales en experimentos que evalúan razas paternas con vacas Bos taurus (Cundiff, 1982; Williamson y Humes, 1985), los efectos aditivos para Brahman estarían sobreestimados, si la heterosis entre Bos taurus x Bos indicus fuera mayor a la obtenida en cruzas entre razas Bos taurus.

Por otro lado, existen otros estudios donde se modifica el

CUADRO 18. ESTIMACION DE LOS EFECTOS GENETICOS ADITIVOS INDIVIDUALES<sup>a</sup> DE ALGUNAS RAZAS BOVINAS PARA CARACTERISTICAS DE CRECIMIENTO

Raza	Característica <sup>b</sup>				
	PNAC (kg)	GDPP (g)	PD205 (kg)	GDP (g)	P18M (kg)
Cebú	1.65	51	17.9	- 18	4.7
Charolais	2.73	73	15.4	27	5.4
Chianina	1.93	15	6.3	33	11.2
Pardo Suizo	.14	15	6.1	00	- 15.5
Simental	1.22	47	12.3	1	6.2

<sup>a</sup> Expresados como desviación con respecto a la raza Limousin.

<sup>b</sup> Se definen en el Cuadro 14.

orden de las razas en cuanto a la importancia individual de los genes (Baker y Carter, 1982; Comerford *et al.*, 1987; Cunningham y Magee, 1988), observandose que en general Limousin posee genes para PNAC bajos y que las razas con efectos aditivos individuales altos para esta característica, son Chianina, Simmental, Charolais y Brahman.

Es interesante hacer notar por ejemplo, que la raza Charolais ha mostrado un comportamiento alto, aún cuando es evaluada en condiciones ambientales y de manejo muy diferentes. La relativa constancia en el ordenamiento de las razas a través de ambientes, sugiere la ausencia de interacción genotipo por ambiente, al menos para PNAC.

En Yucatán, Hinojosa *et al.* (1979) evaluaron el comportamiento de crías F1 descendientes de varias razas paternas en cruzamiento con vacas Cebú. De nuevo se observó que los efectos aditivos individuales para peso al nacimiento de Charolais (3.5 kg) y Simmental (2.7 kg) fueron mayores ( $P < .01$ ) que los de Limousin (0 kg) y Brahman (-1.44 kg).

En relación a ganancia promedio predestete, Charolais mostró los valores aditivos individuales más altos, siguiéndole las razas Cebú, Simmental, Chianina, Pardo Suizo y Limousin. La superioridad de los efectos aditivos individuales de Charolais para ganancia diaria predestete, también fue observada por Cundiff (1982) y por Cunningham y Magge (1988). Newman *et al.* (1985) encontraron que los efectos aditivos individuales de Charolais fueron similares a los de Simmental, pero ambos superiores ( $P < .001$ ) a los de Limousin.

Por otro lado, Hinojosa et al. (1979) y Comerford et al. (1988) observaron que los valores aditivos de Simmental para ganancia diaria predestete tendieron a ser superiores a los de Limousin, Brahman y Hereford.

Los efectos genéticos directos para PD205 estimados en este trabajo (Cuadro 18), muestran que hay tres razas con valores relativamente altos, Cebú, Charolais y Simmental, otras con valores intermedios, Chianina y Pardo Suizo, y que la raza con el comportamiento más bajo fue Limousin. Este orden de las razas es similar al encontrado por Cundiff (1982). Además, varios autores han observado un alto potencial de los genes Simmental (Hinojosa et al., 1979; MacNeil et al., 1982; Comerford et al., 1988; Cunningham y Magee, 1988) y Charolais (Cundiff, 1982; Newman et al., 1985) para peso al destete.

La tendencia de la raza Cebú de superar a los efectos aditivos individuales para PD205 de las razas europeas, observada en el presente estudio, es posible que se deba a que el efecto materno fue común para todas las razas involucradas en este estudio. Esto sugiere que la producción de leche de la raza materna, permitió expresar el total de la capacidad de crecimiento hasta el destete de los genes Cebú, lo cual no ocurrió para los genes de las razas europeas. Por otro lado, es posible que los efectos ambientales detrimentales comunes en clima tropical hayan tenido un efecto negativo más marcado sobre los animales cruzados.

En relación a los efectos genéticos individuales para GDP (Cuadro 18), se observó que las razas Chianina y Charolais tendieron a ser superiores a las razas Simmental, Pardo Suizo y

Limousin, y éstas a su vez superiores a los genes de la raza Cebú. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre grupos genéticos para esta característica (Cuadro 14). Es notorio el cambio en el orden de los efectos aditivos individuales de la raza Cebú, al considerar GDP en lugar de PD205.

En general, la jerarquía entre estas razas para GDP observada en la literatura (Cundiff, 1982; Vissac *et al.*, 1982), indica que las razas Charolais y Simmental tienen el mayor potencial de crecimiento, seguidas de Chianina, Pardo Suizo y Brahman, siendo Limousin la raza con el comportamiento más bajo. Valores aditivos individuales bajos para la raza Brahman fueron publicados por Comerford *et al.* (1988), quienes además encontraron que Limousin mostró un mejor comportamiento posdestete que Simmental, situación poco común en la literatura.

Para peso a los 18 meses (Cuadro 18), se observó que los efectos aditivos individuales más altos, los mostró la raza Chianina y los más bajos las razas Limousin y Pardo Suizo. Las razas intermedias fueron Charolais, Simmental y Cebú.

La tendencia de la raza Simmental a superar el comportamiento de las razas Cebú y Limousin observada en el presente trabajo, está de acuerdo con lo encontrado por Comerford *et al.* (1988), quienes observaron que los genes Simmental tienen potencial para lograr pesos a los 18 meses de edad, de 73.6 kg más que Brahman.

Los resultados de diferentes autores (Baker y Carter, 1982; Cundiff, 1982; Vissac *et al.*, 1982) señalan que las razas Chianina, Charolais y Simmental son las que poseen genes para un

mayor peso a los 18 meses, sólo que en la literatura, la raza Chianina es consistentemente inferior a las otras razas. Es posible que la superioridad en efectos aditivos individuales mostrada por CI sobre C y S, observada en el presente trabajo, haya sido causada por el reducido número de sementales Chianina (4) incluidos en la evaluación. Dickerson (1974), citado por Baker y Carter (1982), sugirió que un mínimo de 10 a 20 sementales deben utilizarse por cada raza, para una adecuada evaluación de las mismas. Es importante resaltar el comportamiento diferencial de los valores aditivos individuales de las razas para P18M, en comparación con lo observado para PD205.

Estos resultados apoyan la hipótesis planteada anteriormente, en el sentido que los genes de razas europeas no pudieran manifestar completamente su potencial de crecimiento hasta el destete, a causa del limitado ambiente proporcionado por las vacas Cebú. Consecuentemente, una vez destetados los becerros de los diferentes grupos genéticos, tuvieron más libertad de expresar su potencial de crecimiento. Por lo tanto, es importante lo que señalan Vissac *et al.* (1982), en el sentido de que la máxima eficiencia en la producción de carne, a menudo se logra mediante un equilibrio específico entre los efectos genéticos directos y los maternos, para una característica determinada; ya sea en apareamientos entre animales puros, o en el cruzamiento entre razas.

En términos generales, se observa una alta concordancia entre los resultados de este trabajo y los publicados en la literatura (con excepción de PD205), lo cual implica que probablemente la

interacción genotipo por medio ambiente es poco importante. Las diferencias en el ordenamiento de las razas, posiblemente se deban en algunos casos (Hinojosa et al., 1979, y en el presente trabajo), al reducido número de sementales utilizados por raza (entre 3 y 10), así como también a diferencias importantes en el valor genético de los toros.

## CONCLUSIONES

1. En relación a crías F1 y Cebú los mayores pesos a 205 días de edad se obtuvieron usando como razas paternas Charolais y Simmental. Sin embargo, para peso a 18 meses, se deben agregar a las razas mencionadas Chianina y Limousin.
2. Los promedios para peso a 205 días de edad mostrado por las crías  $3/4$  Bos taurus no fueron diferentes a los promedios de las crías Cebú.
3. Los efectos genéticos aditivos individuales estimados para crecimiento hasta el destete, señalan a Cebú, Charolais y Simmental como las razas más importantes.
4. Los efectos genéticos aditivos individuales estimados para peso a 18 meses, indican un mayor aporte de la raza Chianina, seguida por Simmental, Charolais y Cebú.

## LITERATURA CITADA

- Alenda, R., T. G. Martin, J. F. Lasley y M. R. Ellersieck. 1980. Estimation of genetic and maternal effects in crossbred cattle of Angus, Charolais and Hereford parentage. I. Birth and weaning weights. *J. Anim. Sci.* 50:226.
- Baker, R. L. y A. H. Carter. 1982. Implications of experimental results with beef cattle in New Zealand. *Proc. World Congress on Sheep and Beef Cattle Breed.* Eds. R. A. Barton y W. C. Smith. Vol. II:87.
- Berruecos, J. M. y O. W. Robinson. 1968. Factores que afectan el crecimiento durante la lactancia en el ganado Brahman. *Téc. Pec. Méx.* 11:5.
- Carneiro, G. G. y C. S. Pereira. 1968. Efeito da época de nascimento e da heranca sobre o peso de bezerros Guzerás a desmama. *ALPA, Mem.* 3:77.
- Carrancá R. R. y M., Montaña B. 1983. Algunos factores que influyen sobre características predestete en ganado Brahman e Indobrasil. *Memorias Reunión de Investigación Pecuaria en México.* México, D. F., p.p. 56-60.
- Cartwright, T. C., G. F. Ellis, Jr., W. E. Kruse y E. K. Crouch. 1964. Hybrid vigor in Brahman-Hereford crosses. *Texas Agr. Exp. Sta. Tech. Monogr.* 1.
- Cartwright, T. C. 1970. Selection criteria for beef cattle for the future. *J. Anim. Sci.* 30:706.
- Chapman, H. D., E. G. Morrison y N. C. Edwards, Jr. 1978. Limousin and Simmental sires mated with Angus and Hereford cows. *J. Anim. Sci.* 46:341.

- Comerford, J. W., J. K. Bertrand, L. L. Benishek y M. H. Johnson. 1987. Reproductive rates, birth weight, calving ease and 24-h calf survival in a four-breed diallel among Simmental, Limousin, Polled Hereford and Brahman cattle. *J. Anim. Sci.* 64:65.
- Comerford, J. W., J. K. Bertrand, L. L. Benishek y M. H. Johnson. 1988. Evaluation of performance characteristics in a diallel among Simmental, Limousin, Polled Hereford and Brahman beef cattle. I. Growth, hip height and pelvic size. *J. Anim. Sci.* 66:293.
- Cundiff, L. V. 1970. Experimental results on crossbreeding cattle for beef production. *J. Anim. Sci.* 30:694.
- Cundiff, L. V. 1982. Exploitation and experimental evaluation of breed differences. *Proc. World Congress on Sheep and Beef Cattle Breed.* Eds. R. A. Barton y W. C. Smith. Vol. II:71.
- Cundiff, L. V., K. E. Gregory y R. M. Koch. 1974. Effects of heterosis on maternal performance and milk production in Hereford, Angus and Shorthorn cattle. *J. Anim. Sci.* 38:728.
- Cunningham, B. E. y W. T. Magee. 1988. Breed-direct, breed-maternal and nonadditive genetic effects for preweaning traits in crossbred calves. *Can. J. Anim. Sci.* 68:83.
- Dhuyvetter, J. M., R. R. Frahm y D. M. Marshal. 1985. Comparison of Charolais and Limousin as terminal cross sire breeds. *J. Anim. Sci.* 60:935.
- 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. p. 54.
- Dillard, E. U., O. Rodriguez y O. W. Robinson. 1980. Estimation of additive and nonadditive direct and maternal genetic effects from crossbreeding beef cattle. J. Anim. Sci. 50:653.
- Ellis, G. F., Jr., T. C. Cartwright y W. E. Kruse. 1965. Heterosis for birth weight in Brahman-Hereford crosses. J. Anim. Sci. 24:93.
- Fajardo, G. L., P. H. Roman, P. C. Vazquez, R. H. Castillo y M. J. A. Rivera. 1987. Efecto de algunos factores ambientales sobre el crecimiento de ganado Indobrasil y sus cruzas en clima tropical. Reunión de Investigación Pecuaria en México 1987. p. 424. (Resumen).
- Gill, J. L. 1978. Design and analysis of experiments in the animal and medical sciences. The Iowa State University Press. Ames, Iowa, U. S. A.
- Gregory, K. E., L. V. Cundiff, R. M. Koch, D. B. Laster y G. M. Smith. 1978a. Heterosis and breed maternal and transmitted effects in beef cattle. I. Prewaning traits J. Anim. Sci. 47:1031.
- Gregory, K. E., R. M. Koch, D. B. Laster, L. V. Cundiff y G. M. Smith 1978b. Heterosis and breed maternal and transmitted effects in beef cattle. III. Growth traits of steers. J. Anim. Sci. 47:1054.

- Gregory, K. E., D. B. Laster, L. V. Cundiff, R. M. Koch y G. M. Smith 1978c. Heterosis and breed maternal and transmitted effects in beef cattle. II. Growth rate and puberty in females. *J. Anim. Sci.* 47:1042.
- Gregory, K. E., L. A. Swiger, R. M. Koch, L. J. Sumption, W. W. Rowden y J. E. Ingalls. 1965. Heterosis in preweaning traits of beef cattle. *J. Anim. Sci.* 24:21.
- Harvey, W. R. 1987. Mixed model least squares and maximum likelihood computer program PC-1. Ohio State University.
- Hinojosa, A. C., A. Franco y J. A. Aguilar. 1979. Comportamiento predestete de becerros F1 de madres cebú y padres de razas brahman y europeas. *Vet. Méx.* 10:115.
- Koger, M., F. M. Peacock, W. G. Kirk y J. R. Crockett. 1975. Heterosis effects on weaning performance of Brahman-Shorthorn calves. *J. Anim. Sci.* 40:826.
- Lasley, L. F. 1981. Beef cattle production. Ed. Prentice-Hall.
- Leighton, E. A., R. L. Willham y P. J. Berger. 1982. Factors influencing weaning weight in Hereford cattle and adjustment factors to correct records for these effects. *J. Anim. Sci.* 54:957.
- Long, C. R. 1980. Crossbreeding for beef production. Experimental results. *J. Anim. Sci.* 51:1197.
- MacNeil, M. D., C. A. Dinkel y L. D. Van Vleck. 1982. Individual and maternal additive and heterotic effects on 205-day weight in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 54:951.

- Muñoz, H. y T. G. Martin. 1969. Crecimiento antes y después del destete en ganado Santa Gertrudis, Brahman, Criollo y sus cruces recíprocos. ALPA, Mem. 4:7.
- Nelson, L. A., G. D. Beavers y T. S. Stewart. 1982. Beef x beef and dairy x beef females mated to Angus x Charolais sires. II. Calves growth weaning rate and cow productivity. J. Anim. Sci. 54:6.
- Newman, J. A., G. W. Rahnefeld, A. K. W. Tong y H. T. Fredeen. 1985. Calving and preweaning performance of crossbred progeny of some foreign and domestic beef cattle breeds. Can. J. Anim. Sci. 65:583.
- Ochoa, M. S. y H. A. Varela. 1973. Efecto de factores no genéticos sobre el peso al destete en un hato encastado de Cebú. Agrociencia. 11:95.
- Olson T. A., Anke Van Dijk, M. Koger, D. D. Hargrove y D. E. Franke. 1985. Additive and heterosis effects on preweaning traits, maternal ability and reproduction from crossing of the Angus and Brown Swiss breeds in Florida. J. Anim. Sci. 61:1121.
- Osorio, A. M. 1974. Estudio preliminar para el mejoramiento genético del ganado bovino en el estado de Tabasco. Colegio de Postgraduados. E.N.A., Chapingo, México.
- Panish, O. F., J. S. Brinks, J. J. Urick, B. W. Knapp y T. M. Riley. 1969. Results from crossing beef x beef and beef x dairy breeds: calf performance to weaning. J. Anim. Sci. 28:291.

- Peacock, F. M., M. Koger y E. M. Hodges. 1978. Weaning traits of Angus, Brahman, Charolais and F1 crosses of these breeds. *J. Anim. Sci.* 47:366.
- Peacock, F. M., M. Koger, T. A. Olson y J. R. Crockett. 1981. Additive genetic and heterosis effects in crosses among cattle breeds of British, European and Zebu origin. *J. Anim. Sci.* 52:1007.
- Peña de Borsotti, N., B. Mueller-Haye, O. Verde, D. Plasse, J. Rios y M. González. 1974. Comportamiento productivo de *Bos taurus* y *Bos indicus* y sus cruces en el llano Venezolano. II. Peso al nacer, *Mem. ALPA* 9: 303.
- Pirchner, F. 1979. Population genetics in animal breeding. 2nd. edition. Plenum Press. New York.
- Plasse, D. 1974. Sistemas genéticos para el mejoramiento de la producción pecuaria en el trópico. Seminarios "Potencial para la producción de ganado de carne en America Tropical" Cali, Colombia. p. 95.
- Plasse, D. 1978. Aspectos del crecimiento de *Bos indicus* en el trópico americano. *Wld. Rev. Anim. Prod.* 14:29.
- Plasse, D. 1979. Aspectos del crecimiento de *Bos indicus* en el Trópico Americano. *Wld. Rev. Anim. Prod.* 15:32.
- Plasse, D. 1983. Crossbreeding results from beef cattle in the Latin American tropics. *Anim. Breed. Abstr.* 51:779.
- Plasse, D. 1988. Results from crossbreeding *Bos taurus* and *Bos indicus* in tropical Latin America. 3rd. World Congress on Sheep and Beef Cattle Breeding. Vol. II:73.

- Plasse, D. y M. Koger. 1967. Estudio de peso al nacer y al destete en un rebaño Sta. Gertrudis registrado. ALPA, Mem. 2:7.
- Preston, T. R. y M. B. Willis. 1970. Producción intensiva de carne. Editorial Diana, México, D. F.
- Reynoso, C. O., P. M. Villarreal y P. C. Vazquez, 1987. Análisis del crecimiento hasta el destete de animales *Bos taurus* x *Bos indicus* criados bajo condiciones tropicales de México. *Téc. Pec. Méx.* 25:271.
- Rudder, T. H., G. W. Seifert y K. G. Bean. 1975. Growth performance of Brahman and Charolais x Brahman cattle in a tropical environment. *Aust. J. of Exp. Agric. and Anim. Husb.* 15:156.
- Schiavo, B. C. N. 1986. Alternativas para el desarrollo ganadero regional en la península de Yucatán. Chapingo, México. D. I. G. B. T. M. p. 26.
- Sagebiel, J.A., G.P. Krause, B. Sobbit, L. Langford, A.J., Dyer and J.F. Lasley. 1973. Effect of heterosis and maternal influence on gestation length and birth weight and reciprocal crosses among Angus, Charolais and Hereford cattle. *J. Anim. Sci.* 37:1273.
- Smith, G. M., D. B. Laster, L. V. Cundiff y K. E. Gregory. 1976a. Characterization of biological types of cattle. II. Postweaning growth and feed efficiency of steers. *J. Anim. Sci.* 43:37.

- Smith, G. M., D. B. Laster y K. E. Gregory. 1976b. Characterization of biological types of cattle. I. Dystocia and preweaning growth. *J. Anim. Sci.* 43:27.
- Steel, R. G. D. y J. H. Torrie. 1985. *Bioestadística, principios y procedimientos*. 2da. edición. Edit. McGraw Hill, México D. F.
- Thorpe, W., R. D. K. Cruickshank y R. Thompson. 1980. Genetic and environmental influences on beef cattle production in Zambia. I. Factors affecting weaned production from Angoni, Barotse and Boran dams. *Anim. Prod.* 30:217.
- Torres, J. R., V. J. Andrade, G. G. Carneiro, F. R. Gomez, L. A. Raagi y A. E. M. Salvo. 1974. Efeitos de alguns fatores sobre o peso de bezerros da raça Guzera aos 205 dias de idade. *Arq. Esc. Vet. U.F.M.G.* 26:155.
- Turner, J. W. y R. P. McDonald. 1969. Mating - type comparisons among crossbred beef cattle for preweaning traits. *J. Anim. Sci.* 29:389.
- Turner, H. G. y A. J. Short. 1972. Effect of field infestation of gastrointestinal helminths and of the cattle tick (*Boophilus microplus*) on growth of three breeds of cattle. *Aust. J. Agr. Res.* 23:117.
- U. A. CH. 1986. Diagnóstico integral de la ganadería bovina en el trópico mexicano: regionalización de la producción bovina en el trópico mexicano. Subdirección de Investigación. UACH. Chapingo. México.

- Vissac, B., J. L. Foulley y F. Ménissier. 1982. Using breed resources of continental beef cattle: the french situation. Proc. World Congress on Sheep and Beef Cattle Breed. Eds. R. A. Barton y W. C. Smith. Vol. II:101.
- Willham, R. L. 1970. Genetic consequences of crossbreeding. J. Anim. Sci. 30:690.
- Williamson, W. D. y P. E. Humes. 1985. Evaluation of crossbred Brahman and continental european beef cattle in a subtropical environment for birth and weaning traits. J. Anim. Sci. 61:1137.
- Willis, M. B., T. R. Preston y M. Menchaca. 1971. El uso de toros Brahman, Brown Swiss, Charolais, Criollo y Holstein en vacas Cebú: Comportamiento hasta el destete. Rev. Cubana Cienc. Agric. 5:247.
- Wiltbank, J. N., K. E. Gregory, J. A. Rothlisberger, J. E. Ingalls y C. W. Kasson. 1967. Fertility of beef cows bred to produce straightbred and crossbred calves. J. Anim. Sci. 26:1005.
- Woodward, R. R. y R. T. Clark. 1959. A study of stillbirths in a herd of range cattle. J. Anim. Sci. 18:85.
- Zarazúa, R. I. y B. M. Montaña, 1982. Evaluación de Charolais, Chianina, Limousin, Pardo Suizo y Simmental en cruzamiento. II. Crecimiento al año de edad. Memorias de la Reunión de Investigación Pecuaria en México 1982, p. 732. (Resumen).