

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA  
DEPARTAMENTO DE GANADERIA TROPICAL

PRODUCCION DE CARNE EN DIFERENTES GRUPOS RACIALES  
DE BOVINOS

TESIS SOMETIDA A LA CONSIDERACION DE LA COMISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
DEL PROGRAMA CONJUNTO UCR — CATIE PARA OPTAR AL GRADO DE

*Magister Scientiae*

ARMANDO PERALTA MARTINEZ

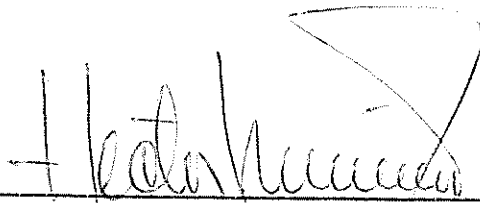
Turrialba, Costa Rica

1977

Esta tesis ha sido aceptada en su forma presente por la Comisión de Estudios de Posgrado del Programa Conjunto UCR-CATIE, como requisito parcial para optar al grado de

*Magister Scientiae*

JURADO:



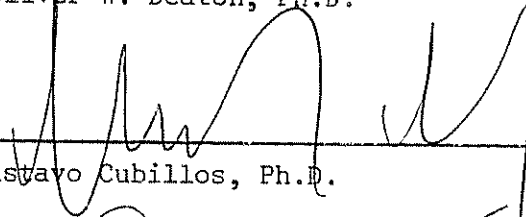
Héctor Muñoz, Ph.D.

Consejero



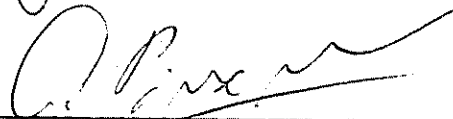
Oliver W. Deaton, Ph.D.

Comité



Gustavo Cubillos, Ph.D.

Comité



Alfio Piva, Dr. Med. Vet.

Comité



Coordinador

Sistema de Estudios de Posgrado  
de la Universidad de Costa Rica

DEDICATORIA

A mi familia

AGRADECIMIENTO

El autor agradece:

Al Dr. Héctor Muñoz, Profesor Consejero, por su colaboración y confianza.

Al Dr. Oliver Deaton, profesor y amigo.

A los Doctores Gustavo Cubillos y Alfio Piva, por sus enseñanzas.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (México) y al Gobierno de Holanda, por el apoyo brindado para realizar sus estudios de postgrado.

## BIOGRAFIA

El autor nació en Huacalapa, Guerrero, México.

Sus estudios profesionales los realizó en la Escuela Superior de Agricultura de la Universidad Autónoma de Guerrero, donde se graduó de Ingeniero Agrónomo en enero de 1973. En este mismo año y hasta 1975 trabajó como técnico del Departamento de Forrajes del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (México).

En marzo de 1975, ingresó como estudiante graduado al Programa de Estudios de Postgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales, del Convenio Universidad de Costa Rica-Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (UCR-CATIE), en Turrialba, Costa Rica, para realizar estudios de postgrado en el Departamento de Ganadería Tropical, egresando en mayo de 1977.

## CONTENIDO

	<u>Página</u>
1. INTRODUCCION .....	1
2. REVISION DE LITERATURA .....	3
2.1 Fertilidad .....	3
2.2 Crecimiento .....	5
2.3 Habilidad materna .....	7
2.4 Productividad neta .....	9
3. MATERIALES Y METODOS .....	10
3.1 Localización de la finca experimental .....	10
3.2 Manejo del hato .....	10
3.3 Recolección de la información y métodos utilizados para el ajuste y análisis de los datos .....	11
3.3.1 Medidas de crecimiento .....	11
3.3.2 Comportamiento reproductivo .....	13
3.3.3 Productividad neta .....	14
3.3.4 Medición de la respuesta al cruzamiento ....	15
4. RESULTADOS Y DISCUSION .....	16
4.1 Medidas de crecimiento .....	16
4.1.1 Peso al nacer .....	16
4.1.2 Peso al destete .....	19
4.2 Comportamiento reproductivo .....	23
4.2.1 Porcentaje de terneros nacidos y destetados.	23
4.3 Productividad neta .....	29
4.3.1 Kilogramos de becerro destetado por vaca expuesta a toro .....	29
5. RESUMEN Y CONCLUSIONES .....	35
5a. SUMMARY AND CONCLUSIONS .....	38
6. LITERATURA CITADA .....	41
7. APENDICE .....	48

## LISTA DE CUADROS

TEXTO

<u>Cuadro No.</u>		<u>Página</u>
1	Origen genético, sexo y distribución de la progenie .....	12
2	Distribución de vacas expuestas a toro, terneros nacidos y destetados por grupo racial de la madre .....	14
3	Número de observaciones, valores promedios y desviaciones estándares por sexos y grupos raciales para pesos al nacer y pesos al destete .....	17
4	Cuadrados medios para peso al nacer y peso al destete .....	18
5	Porcentaje de terneros nacidos y destetados .....	24
6	Cuadrados medios para terneros nacidos (T.N.), destetados (T.D.) y kilogramos de becerro destetado por vaca expuesta a toro (K.B.D.) .....	25
7	Efecto del grupo racial sobre varias características de producción .....	26
8	Valores promedio para varias características de producción en madres de raza pura y madres híbridas de igual genotipo .....	29
9	Comparación de madres de raza pura contra madres híbridas en varias características productivas .	30
10	Kilogramos de becerro destetado por vaca expuesta a toro (productividad neta ) .....	31

APENDICE

1	Comparaciones entre los 15 grupos raciales para peso al nacer y peso al destete (prueba de Duncan) .....	49
2	Valores promedio diferencias y errores estándares para las comparaciones de los grupos raciales en el peso al nacer y el peso al destete (prueba de t) .....	50

<u>Cuadro No.</u>		<u>Página</u>
3	Comparaciones entre los nueve grupos raciales de madres para porcentaje de nacimientos (prueba de Duncan) .....	54
4	Comparaciones entre los nueve grupos raciales de madres para porcentajes de destete (prueba de Duncan) .....	55
5	Comparaciones múltiples entre los grupos raciales de madres para kilogramos de becerro destetado por vaca expuesta a toro (prueba de Duncan) .....	56



## 1. INTRODUCCION

La creciente demanda de proteína requiere la formulación de mejores sistemas en la producción de carne para satisfacer las necesidades alimenticias de la población mundial.

Los trópicos constituyen una fuente potencial de recursos para el desarrollo de la ganadería. En los últimos años la investigación en el campo de la ciencia animal ha puesto énfasis en conocer la capacidad productiva de los diferentes grupos raciales de bovinos existentes. En forma general se ha encontrado que las razas criollas y cebuinas son las más adaptadas; sin embargo, la baja eficiencia reproductiva y deficiente tasa de crecimiento de estas razas, constituyen actualmente el principal problema de la actividad pecuaria en estas áreas.

Dentro de los campos de investigación ganadera, la genética juega un papel importante en el mejoramiento de la productividad de las razas, ya sea a través de selección o mediante cruzamientos. La selección dentro de las razas nativas o exóticas puede contribuir al mejoramiento de la producción, pero es un proceso lento. La otra herramienta para el mejoramiento genético, es la utilización de heterosis o vigor híbrido que resulta del cruzamiento de dos o más razas diferentes. Este método produce resultados más rápidos y combina las características de varias razas en un solo animal, constituyendo así una de las formas más valiosas en la producción comercial del ganado de carne. Aprovechando la heterosis es esencialmente la única manera para el mejoramiento genético de características con muy baja heredabilidad como es el caso de la reproducción.

En los trópicos una de las principales ventajas del uso de cruzamientos puede ser el uso de animales híbridos con el propósito principal de aprovechar sus mejores rasgos productivos y de establecer alternativas para sistemas

más eficientes en la producción de carne.

El objetivo del presente trabajo fue:

Comparar el comportamiento reproductivo, crecimiento de la progenie y productividad neta de nueve grupos raciales de vacas de carne.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Fertilidad

La fertilidad de un hato es una medida relevante en la producción del mismo, porque indica la cantidad de terneros que nacen por vaca servida. Por lo tanto, la capacidad reproductiva de un hato y consecuentemente su fertilidad se debe asociar con estos rasgos reproductivos.

Una de las principales ventajas del uso de cruzamientos en el ganado de carne, es el uso de madres híbridas con el propósito primordial de mejorar la reproducción (54, 69). Numerosos trabajos (7, 9, 19, 42, 83, 87) informan de los efectos del cruzamiento sobre la reproducción. Las novillas cruzadas llegan a la pubertad 9 por ciento más temprano que las puras (46, 59) y tienen hasta un 100 por ciento de preñez (64). Las madres híbridas se caracterizan por un excelente comportamiento reproductivo, presentan del 10 al 22 por ciento más en tasas de preñez (3, 48, 85), producen de 5 a 18,8 por ciento más de terneros nacidos (78, 83), con el 7,8 por ciento más de sobrevivencia de sus crías, que las vacas de razas puras (11). Sin embargo, estas respuestas en heterosis varían de acuerdo a las razas involucradas en el cruzamiento.

Vacas  $F_1$  provenientes de cruzamientos entre razas británicas, han demostrado ser un 10 por ciento más fértiles que las razas puras (48). Mientras que, la fertilidad de las vacas  $F_1$  provenientes de cruzamientos entre razas británicas y cebuinas presentan un rango de heterosis de 10 a 30 por ciento (53).

Estudios con las razas británicas Angus, Hereford y Shorthorn y sus cruces recíprocos, indican muy poca ventaja de las vacas  $F_1$  sobre las puras en cuanto a comportamiento reproductivo (85, 86). Sin embargo, Cundiff (13), trabajando con las mismas razas y sus cruces, encontró diferencias altamente

significativas en favor de las vacas híbridas. Las vacas cruzadas superaron a las razas puras en un 6,4 por ciento de terneros destetados. Estos resultados han sido corroborados por Kellaway (34) y Turner et al. (78); estos últimos reportan una ventaja de 4,3 por ciento más de destete en las vacas  $F_1$ . Pannish (60), en cruzamientos de razas europeas indica una superioridad de las vacas híbridas sobre las puras del 2 por ciento más de terneros nacidos en vacas de primer parto y del 5 por ciento para vacas de mayor edad.

Los resultados anteriores demuestran claramente los beneficios del cruzamiento en el mejoramiento de la fertilidad. Estos beneficios son mayores cuando se cruzan razas *Bos taurus* con razas *Bos indicus*; las progenies resultantes son más fértiles y superan notablemente el promedio de los progenitores (11, 44, 68).

La fertilidad de cruces entre la raza Brahman y razas británicas han sido estudiadas en Texas (8), Florida (3) y Louisiana (78). Los resultados indicaron que las vacas Brahman fueron mucho menos fértiles que las razas británicas, pero las vacas híbridas fueron más fértiles que las razas parentales. Crockett (10) describe que en cruzamientos entre las razas Angus, Brahman y Hereford, las madres Brahman x razas británicas superaron en 5 por ciento de nacimientos el promedio de las razas parentales. Cartwright (7), quien comparó el comportamiento reproductivo de vacas Hereford, Brahman y sus cruces recíprocos, encontró que los porcentajes de parición de los tres grupos raciales bajo estudio fueron 81, 73 y 86 por ciento respectivamente, con un porcentaje de heterosis de 11,7 por ciento para fertilidad en las vacas cruzadas. Resultados adaptados de Peacock (63) muestran claramente la superioridad de las madres  $F_1$  sobre las puras. Los porcentajes de heterosis para tasa de preñez y tasa de destete fueron de 12,6 y 14,7 por ciento respectivamente. Reynolds (70) encontró que novillas  $F_1$  Brahman x Angus de dos años

de edad tuvieron un 93 por ciento de tasa de preñez en 75 días de empadre, comparada con 70 y 80 por ciento para novillas Angus y Brangus respectivamente. La tasa de preñez para vacas lactantes de tres años de edad fue: 92 por ciento en Brahman-Angus, 75 por ciento para Angus y 48 por ciento para Brangus. La ventaja en la eficiencia reproductiva de las vacas híbridas sobre las puras en primera lactancia indica que la hembra híbrida tiene menos problemas de concepción, especialmente durante la primera lactancia (46, 68). La manifestación de heterosis en vacas  $F_1$  ha sido estudiada en varias medidas de fertilidad y se ha encontrado que las vacas híbridas superan a las vacas puras en porcentaje de nacimientos y preñez, independientemente si están o no lactando (33, 42, 46).

## 2.2 Crecimiento

La explotación del vigor híbrido ha permitido incrementar la tasa de ganancia diaria de peso, lográndose animales más pesados durante su crecimiento.

La superioridad del híbrido sobre el puro empieza desde que el becerro nace. Esta superioridad es del orden de 2,5 por ciento en cruzamientos simples y recíprocos de las razas británicas, y de un 10,8 por ciento por cruzamientos entre las razas británicas y las razas cebus (15, 23, 26, 35, 56).

Por lo general el peso al nacer se considera importante debido a su relación con las dificultades al parto y el vigor del ternero durante sus primeros días de vida, factores que revisten importancia crítica (8). Sin embargo, es el peso al destete una de las medidas de mayor importancia económica en la producción de carne, debido a que los aumentos hechos antes del destete resultan más económicos que los que se obtienen después en el lote

de alimentación o en pruebas de pastoreo (15, 25, 27, 28, 37).

Las diferentes respuestas en cuanto al crecimiento antes del destete y el peso al destete han sido discutidos por England et al. (22), Leonard et al. (45) y Drewry et al. (20). Estas diferencias generalmente tienen su origen en variaciones en el potencial genético del ternero para crecer, la capacidad materna y la producción de leche de la madre. Por lo tanto, cuando los pesos al destete son ajustados por estos factores que influyen sobre su verdadero valor, las comparaciones que se realizan son más indicativas de la capacidad productiva de las madres y del mérito genético del becerro (49).

Diferentes comparaciones hechas entre las razas puras y sus cruces en la etapa del nacimiento al destete han demostrado que las mayores ganancias de peso favorecen al híbrido (2, 15, 25, 26, 36).

En cruces de Brahman con razas inglesas, Warwick (83) encontró que las cruces fueron 11 por ciento más pesadas que el promedio de las puras en cuanto a pesos al destete. Así mismo, Cartwright et al. (7), en cruces de Brahman con Hereford, encontraron 15 por ciento de efecto de heterosis para pesos al destete y 11 por ciento para ganancia diaria de peso pos-destete. Comparando las razas Brahman, Santa Gertrudis y Criollo y sus cruces recíprocas, Muñoz (55) encontró que los terneros híbridos hijos de padres Brahman y madres Criollo y Santa Gertrudis, fueron los que obtuvieron los mayores pesos al destete, encontrándose además gran habilidad combinatoria en el Brahman para cruzarse con el Criollo y Santa Gertrudis.

Aparte de la manifestación de heterosis mostrada en la  $F_1$ , existen varios niveles de hibridación que indican buena respuesta a la heterosis. Kidder et al. (36) compararon becerros puros de las razas Brahman y Devon contra sus cruces recíprocas, retrocruzas y cruzamientos inter se de  $F_1$ . Estos autores encontraron que el promedio de todas las cruces fue superior

en un 17 por ciento al promedio de los Brahman y Devon puros.

### 2.3 Habilidad materna

Otra característica que se mejora con los cruzamientos es la habilidad materna de las vacas híbridas (44). Los efectos de heterosis de la madre están estrechamente asociados con mejores tasas de crecimiento predestete y mayores pesos al destete. Las madres híbridas presentan una superioridad de 5 a 18,2 por ciento más en el peso al destete de su progenie, que el promedio de razas puras (10, 12, 41, 50, 78).

El rendimiento de leche de la madre determina del 56 al 60 por ciento de la variación en aumentos de peso al destete y del 42 al 57 por ciento de la variación total del peso al destete (32, 33, 58). Schwulst et al. (74) pusieron de manifiesto una ligera heterosis para la producción de leche en vacas de carne, que tendió a incrementarse con la prolongación de la lactancia. Por otra parte, Todd et al. (77) encontraron una notoria mejoría en el rendimiento de leche (75%) para las vacas Hereford x Brahman sobre los promedios de las razas puras. Cundiff (14), encontró que el efecto de heterosis de las madres se reflejó en mayor y más persistente producción de leche en favor de las vacas cruzadas sobre las puras. Los tres experimentos se asociaron con mayores pesos al destete en las progenies de las madres cruzadas.

Las razas cebuinas han sido extensivamente usadas para cruzamientos en los trópicos, para combinar caracteres deseables de razas *Bos indicus* y *Bos taurus*. La mayoría de las evaluaciones experimentales de esos resultados han sido en el sureste de los Estados Unidos, donde la raza Cebú ha sido la Brahman.

En estudios donde se evaluó el comportamiento del ganado Brahman y Shorthorn y sus diferentes cruces, se encontró que, cuando vacas  $F_1$  fueron

apareadas con toros de cada raza parental, los terneros resultantes pesaron 28,5 por ciento más que el promedio de los terneros resultantes de las razas puras (61). Koger (42), trabajando con las mismas razas, indica una superioridad de 32 por ciento en el peso al destete de las madres  $F_1$ , sobre el promedio de las madres de las razas parentales. Estos resultados concuerdan con los informes de Peacock (62) y Crockett (11), quienes indicaron la notoria superioridad de las madres  $F_1$  sobre peso al destete de sus crías.

Cuando se usan vacas cruzadas, las ventajas maternas asociadas con retrocruza y la triple cruza de la progenie son implícitas (41). Comparaciones de las razas puras, la cruza simple, la triple cruza y la retrocruza, han indicado que la triple cruza fue generalmente mayor en pesos al nacer, crecimiento predestete y peso al destete (31, 66, 78). La ventaja promedio de los terneros resultante de la triple cruza sobre las de cruza simple o retrocruza fueron de 2,5 y 8,3 por ciento respectivamente, para pesos al nacer y al destete. Sin embargo, parece que en el caso de terneros producto de la triple cruza, la heterosis de los terneros es más importante que la heterosis de las madres (81).

En virtud de la superioridad en producción de las vacas híbridas, es importante conocer si las cruzas recíprocas difieren. Esto fue analizado por Turner (79) en un experimento con 606 terneros derivados de vacas  $F_1$  de las razas Angus, Brahman, Brangus y Hereford; los únicos efectos significativos fueron que del nacimiento al destete, las ganancias diarias favorecieron a vacas cruzadas con madre Brahman, los terneros de madres Hereford x Brahman fueron 7,2 por ciento más pesados que aquéllos de vacas Brahman x Hereford. Los resultados fueron asociados con las correspondientes diferencias en producción de leche. Dickerson (18) y Willham (84) indican que madres resultantes de cruzas recíprocas deben ser iguales en términos de sus componentes



genéticos totales, excepto para un efecto materno que actúa a través de las generaciones previas. Estudios revisados por Koch (39) indican que la producción de leche y el ambiente materno para ganancias de peso desde el nacimiento al destete es negativamente influenciado por efectos maternos favorables expresados en la generación previa.

#### 2.4 Productividad neta

Los kilogramos de becerros destetados por vaca expuesta a toro es el criterio individual más importante para medir la producción del ganado de carne, es una medida de la producción total de una vaca en el hato y es calculada como el producto de la tasa de destete y el peso al destete.

Las razas más productivas no son necesariamente las que destetan terneros más pesados o que dan porcentajes más elevados de terneros destetados, sino los que rinden más kilogramos de carne por número de vacas expuestas a toros (43).

La notoria superioridad de las vacas cruzadas sobre las vacas de raza pura, en el porcentaje de destete y peso al destete de sus crías, indica claramente que cuando esos efectos de heterosis son combinados, la producción por vaca puede ser incrementada de 9 a 25 por ciento por cruzamiento sistemático entre razas británicas (11, 13, 35) y de 30 a 50 por ciento por cruzamientos de razas británicas con razas Cebuinas.

Las madres  $F_1$  además de tener mayores tasas de destete y pesos al destete de sus crías, son más longevas, responden mejor a las condiciones mejoradas de alimentación y requieren menores unidades alimenticias por unidad de ternero destetado que las vacas de raza pura. Los resultados mostrados en la literatura indican que se debe enfatizar el uso de la heterosis para mejorar la reproducción y productividad de la vaca de cría (6, 7, 47, 76, 80).

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Localización de la finca experimental

La información utilizada en el presente estudio fue tomada de los registros del hato de ganado de carne del Departamento de Ganadería Tropical del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), en Turrialba, Costa Rica (9° 53' latitud norte y 83° 39' longitud oeste). Localizada a una elevación de 602 m.s.n.m, y que de acuerdo a la clasificación de zonas de vida se encuentra en bosque muy húmedo premontano (30). Su clima es tropical húmedo. Su temperatura media anual 22,3°C con máximas medias de 27°C y mínimas medias de 17,6°C. Su precipitación anual media es de 2.609 mm, distribuidos casi uniformemente durante todo el año.

#### 3.2 Manejo del hato

La época de empadre está limitada a los meses de abril, mayo y junio y tres meses después se determina la preñez mediante la técnica de palpación rectal, diagnóstico que sirve para eliminar toda novilla o vaca que no haya quedado preñada durante la época de empadre; se exceptúan las vaquillas de primer parto, debido a que su primera lactancia, muda de dientes y crecimiento afectan su reproducción en una forma adicional al resto del hato. Las novillas son cubiertas a una edad de 21-27 meses y las edades de las vacas varían entre los tres y catorce años. Las pariciones ocurren durante los meses de enero, febrero y marzo.

Durante el período del nacimiento al destete los terneros permanecen con las madres a pastoreo en potreros de las especies Estrella Africana (*Cynodon nlemfluensis*), Gamalote (*Paspalum fasciculatum*), Guinea (*Panicum maximum*) y Gordura (*Melinis minutiflora*). Los destetes se efectuaron de cuatro,

seis y ocho meses de edad después del nacimiento. Durante este período los terneros tuvieron libre acceso a sal y harina de huesos.

### 3.3 Recolección de información y métodos utilizados para el ajuste y análisis de los datos

#### 3.3.1 Medidas de crecimiento

Para las medidas de crecimiento se tomaron los datos acumulados durante los años de 1969 a 1975, de peso al nacer y peso al destete.

La descripción del material genético utilizado, tipos de apareamientos, distribución y número de crías sobre las cuales se efectuó el estudio, se presentan en el Cuadro 1.

Debido a que los terneros no fueron destetados a una edad uniforme, para realizar los análisis en base a una edad de destete estandarizada, todos los datos fueron ajustados a 205 días de edad (40). Las edades de las madres variaron de tres a catorce años, por lo que se ajustaron los datos a una edad de la madre equivalente a 7 años, ya que se considera que a esta edad la vaca ha alcanzado su estado adulto (31, 54).

Los ajustes del peso al destete, por edad del ternero y edad de la madre, se efectuaron por medio de una regresión lineal múltiple, según la función:

$$Y = b_0 + b_1(X_1^1 - X_1) + b_2(X_2^1 - X_2)$$

donde:

Y = peso al destete ajustado, kgs

$b_0$  = peso al destete observado

$b_1$  = coeficiente de regresión para edad del ternero

$X_1^1$  = edad del ternero ajustada (205 días)

$X_1$  = edad del ternero observada

$b_2$  = coeficiente de regresión para edad de la madre

$X_2^1$  = edad de la madre ajustada (7 años)

$X_2$  = edad de la madre observada

Cuadro 1. Origen genético, sexo y distribución de la progenie.

Raza del padre	Raza de la madre	PROGENIE		
		Hembras	Machos	Total
Brahman	Brahman	63	60	123
Criollo	Criollo	11	7	18
Sta. Gertrudis	Sta. Gertrudis	6	4	10
Brahman	Criollo	15	15	30
Criollo	Brahman	33	29	62
Brahman	Sta. Gertrudis	19	30	49
Sta. Gertrudis	Brahman	10	12	22
Sta. Gertrudis	Criollo	6	4	10
Criollo	Sta. Gertrudis	15	19	34
Charolais	(BC)	32	31	63
Charolais	(CB)	31	35	66
Charolais	(BG)	13	23	36
Charolais	(GB)	12	5	17
Charolais	(GC)	12	7	19
Charolais	(CG)	8	14	22
<b>TOTAL</b>		<b>286</b>	<b>295</b>	<b>581</b>

Con los datos originales de pesos al nacimiento y con los pesos al destete ajustados por edad del ternero y edad de la madre, se realizaron análisis de varianza para estimar los efectos de sexo y grupo racial. Los análisis se efectuaron aplicando un modelo factorial con desigual número

de observaciones (75).

El modelo matemático utilizado para evaluar cada una de las variables de crecimiento, fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + S_j + E_{ijk}$$

donde:

$Y_{ijk}$  = cualquier observación de peso, kg

$\mu$  = media general

$R_i$  = efecto del grupo racial i

$S_j$  = efecto del sexo j

$E_{ijk}$  = error

La comparación general en el peso al nacer y peso al destete de los diferentes grupos raciales provenientes de madres híbridas y puras, se realizó por medio de la prueba de rango múltiple de Duncan y las comparaciones individuales de los grupos raciales fueron realizadas por medio de pruebas de Student (75).

### 3.3.2 Comportamiento reproductivo

Se incluyen 1209 datos acumulados de 1968 a 1974 para vacas expuestas a toro durante las épocas de empadre y que proporcionaron 809 y 756 terneros nacidos y destetados respectivamente durante los años de 1969 a 1975 (Cuadro 2).

Los porcentajes de nacimientos y destete fueron analizados para estimar el efecto de grupo racial y al efecto de año. El modelo matemático usado para estimar los efectos principales sobre las medidas analizadas fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + A_j + E_{ijk}$$

donde:

$Y_{ijk}$  = una observación del porcentaje de nacimiento y/o  
destete en la subclase raza - año

$\mu$  = media general

$R_i$  = efecto del grupo racial i

$A_j$  = efecto del año j

$E_{ijk}$  = error

Cuadro 2. Distribución de vacas expuestas a toro, terneros nacidos y  
destetados por grupo racial de la madre.

Grupo racial de la madre	Vacas expuestas	Terneros nacidos	Terneros destetados
Brahman	270	176	165
Criollo	271	163	151
Santa Gertrudis	121	83	78
Brahman - Criollo	90	74	69
Criollo - Brahman	102	77	71
Brahman - Santa Gertrudis	118	81	77
Santa Gertrudis - Brahman	64	33	30
Santa Gertrudis - Criollo	94	63	62
Criollo - Santa Gertrudis	79	59	53
TOTAL	1209	809	756

### 3.3.3 Productividad neta

La productividad neta se estimó totalizando la cantidad de kilogramos de becerro destetado sobre el número de vacas expuestas a toro.

Para realizar el análisis de varianza de este parámetro, los datos de peso al destete fueron ajustados a machos de acuerdo al método propuesto por Brinks (4).

El modelo matemático utilizado fue el mismo que se usó para evaluar el comportamiento reproductivo excepto para la observación  $Z_{ijk}$  = cantidad de kilogramos de becerro destetado por vaca expuesta a toro en la subclase raza - año.

La prueba de rango múltiple de Duncan fue usada como prueba de significancia para las comparaciones de los promedios de todos los grupos raciales, y posteriormente para la comparación de los grupos raciales de acuerdo a su origen genético.

#### 3.3.4 Medición de la respuesta al cruzamiento

La respuesta al cruzamiento fue expresada en función del nivel de heterosis presentado por un determinado cruce, como:

$$\text{Heterosis (H)} = \frac{\text{Promedio de las cruizas} - \text{Promedio de los padres}}{\text{Promedio de los padres}} \times 100$$

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION

La presentación y discusión de los resultados fueron agrupados de la siguiente manera. Los relacionados con las medidas de crecimiento; peso al nacer y peso al destete, y los asociados con el comportamiento reproductivo y finalmente la productividad neta de los grupos raciales bajo estudio.

##### 4.1 Medidas de crecimiento

##### 4.1.1 Peso al nacer

Los promedios de peso al nacer y sus desviaciones estándares, obtenidas para cada sexo y raza se presentan en el Cuadro 3. Los cuadrados medios obtenidos del análisis de varianza para los efectos de sexo y grupo racial, se muestran en el Cuadro 4.

El sexo fue una fuente de variación altamente significativa ( $P < 0,01$ ) en el peso al nacer de los terneros. Las diferencias entre sexos favorecieron a los machos los cuales fueron más pesados que las hembras. Esta diferencia entre sexo ha sido ya observada en varios trabajos (40, 52, 55, 65), los cuales concuerdan en la superioridad de los machos cuando se evalúan los distintos parámetros de crecimiento. Estos estudios también han demostrado que no existe una interacción entre sexo y el tipo racial.

El grupo racial tuvo un efecto altamente significativo ( $P < 0,01$ ) en los pesos al nacimiento. Las progenies puras de madres de las razas Brahman y Criollo, así como las progenies híbridas (CE y GB) provenientes de madres Brahman, tuvieron los pesos significativamente más bajos que el resto de los grupos raciales. Los mayores pesos al nacer fueron obtenidos por los terneros BC y BG y por los de padre Charolais y madres BC, CG y BG (Cuadro 1 del Apéndice).



Cuadro 3. Número de observaciones, valores promedio y desviaciones estándares por sexos y grupos raciales para pesos al nacer y pesos al destete.

C l a s e	No. obs.	Peso al nacer (kg)		Peso al destete (kg)*	
		Prom.	D.E.	Prom.	D.E.
SEXOS					
Hembras	286	31,5	5,1	170,2	23,9
Machos	295	33,8	5,9	183,2	27,1
GRUPOS RACIALES					
Brahman	123	28,4	4,1	161,2	25,2
Criollo	18	28,9	3,4	155,6	24,3
Gertrudis	10	32,9	3,8	190,1	25,4
Brahman . Criollo	62	36,2	4,7	179,8	26,7
Criollo . Brahman	30	27,7	3,9	172,7	22,3
Brahman . Gertrudis	22	36,1	6,5	176,5	24,9
Gertrudis . Brahman	49	29,7	3,5	175,7	30,1
Gertrudis . Criollo	10	30,1	4,5	173,8	20,8
Criollo . Gertrudis	34	32,0	3,9	170,6	16,1
Charolais - BC**	63	36,1	4,6	191,9	23,7
Charolais - CB	66	33,9	5,0	189,6	25,6
Charolais - B3	36	35,2	4,4	191,1	19,9
Charolais - GB	17	33,2	4,1	185,7	22,0
Charolais - GC	19	34,0	5,3	179,9	22,4
Charolais - CG	22	35,4	5,9	171,3	26,4

\* Ajustado a 205 días de edad.

\*\* Genotipo de la madre

Comparaciones de los pesos de los terneros de razas puras, cruza simples y cruza triples, demostraron que las cruza triples tuvieron un promedio de 34,8 kg significativamente superior al promedio de las cruza simples (33,3 kg), el cual fue también significativamente superior al promedio

Cuadro 4. Cuadrados medios para peso al nacer y peso al destete.

Fuente de variación	G.L.	C U A D R A D O S    M E D I O S	
		Peso al nacer	Peso al destete
Sexo	1	804,33**	24286,28**
Grupo racial	14	409,36**	5293,14**
Error	565	20,64	557,78
TOTAL	580		

obtenido por las razas puras (28,9 kg, Cuadro 2 del Apéndice). La superioridad de los animales cruzados sobre los puros indicó que hay un efecto de heterosis en el peso al nacer, pero que este efecto es de mayor magnitud cuando madres híbridas fueron apareadas con una raza (Charolais) grande (82) para producir cruza triples. Estos resultados concuerdan con varios trabajos citados en la literatura (21, 23, 65, 71, 72). Pero no con otros estudios (1, 50) en los cuales no se han encontrado evidencias de heterosis en el peso al nacer.

El examen individual de los pesos al nacer de terneros de las razas puras, cruza simples y las cruza triples señaló que hubo diferencias significativas entre ellas (Cuadro 2 del Apéndice). En las razas puras la Santa Gertrudis fue significativamente superior a la Brahman y Criollo. Mientras que en las cruza simples se encontró que las progenies en cuyo genotipo participaba la Brahman como madre, obtuvieron significativamente menores

pesos que aquellas provenientes de madres Criollo y Santa Gertrudis. Posiblemente la diferencia a favor de las vacas Criollo y Santa Gertrudis se debió al ambiente uterino más favorable proporcionado a sus terneros, que el ambiente recibido por los terneros de vacas Brahman (49). El análisis de las cruizas triples mostró que los mayores pesos fueron obtenidos por aquellos terneros de madres en cuyo genotipo habían participado las razas Criollo y Santa Gertrudis, que para aquellos con madres en las cuales había participado la Brahman. Los menores pesos obtenidos por las crías de este tipo de madres (CB y GB), sugieren un efecto genético negativo transmitido por las madres Brahman a su descendencia (54). El análisis general de estos resultados indica una tendencia de las madres Brahman en dar los terneros menos pesados al nacimiento (8, 21, 49, 71), así como también sugirieron que los factores maternos (ambiente uterino) aparentemente influyen el peso al nacer en mayor proporción que el genotipo del ternero (8, 65, 72).

El efecto del peso al nacer es importante en programas de cruzamientos, donde el efecto genético y de ambiente uterino se suman y pueden causar problemas de distocia (8, 17, 35, 69). Sin embargo, los resultados en este estudio sugieren que, aún cuando las cruizas simples y triples mostraron diferencias de peso al nacer, debidos a heterosis, sus pesos alcanzados no son de gran magnitud como para representar pérdidas económicas en el momento del parto.

#### 4.1.2. Peso al destete

Los pesos promedio al destete y sus desviaciones estándares obtenidas para cada sexo y grupo racial se presentan en el Cuadro 3. Los cuadrados medios obtenidos del análisis de varianza para estimar los efectos de sexo y

grupo racial se muestran en el Cuadro 4.

El sexo del ternero mostró ser una fuente de variación altamente significativa ( $P < 0,01$ ) en la evaluación del peso al destete. Los machos mostraron diferir en 13,0 kg de las hembras a una edad de 205 días, las diferencias de peso debidas a sexo se manifiestan desde el nacimiento, y esta diferencia se mantiene a favor de los machos en las distintas etapas de su crecimiento (26, 36, 42, 52).

Las diferencias en pesos al destete entre los grupos raciales resultaron altamente significativos ( $P < 0,01$ ). Las razas Brahman y Criollo tuvieron los pesos significativamente más bajos de todos los grupos raciales en estudio. Los mayores pesos al destete en las razas puras correspondieron a la Santa Gertrudis con 190,1 kg y a los progenies de madres BC, BG, CB y GB con 191,9; 191,1; 189,6 y 185,7 kg, respectivamente. En esta comparación las cruza simples ocuparon una posición intermedia (Cuadro 1 del Apéndice).

Las comparaciones globales de las progenies de razas puras, cruzamiento simple y cruzamiento triple, indicaron que el promedio de peso al destete de las razas puras de 162,4 kg fue significativamente inferior a los promedios de peso obtenidos por las cruza simples y triples de 175,7 y 187,6 kg, respectivamente. La superioridad de los híbridos sobre los puros indica claramente que el peso al destete es una medida de crecimiento que se mejora significativamente por el cruzamiento de dos razas, y que esta respuesta es mayor cuando el cruzamiento triple proviene de madres híbridas (35, 83). La diferencia de peso (11,9 kg) entre las cruza simples y triples resultó favorecer significativamente a las cruza triples, por reflejarse en ellas mayores efectos de heterosis y habilidad materna de la madre y efectos aditivos de la raza del padre (12, 16, 23, 54).

Al comparar los pesos al destete de las progenies de razas puras, se encontró que la Santa Gertrudis superó significativamente (Cuadro 2 del Apéndice) a la Brahman y Criollo, lo cual está de acuerdo con otros estudios que señalan el buen desempeño de esta raza para pesos al destete (43, 66) y el lento crecimiento de la Brahman y Criollo (29, 54, 68).

El examen de los pesos al destete de las cruzas simples indicó que hubo diferencias en habilidad materna de las razas usadas en cruzamientos recíprocos. Se encontró que en cruzamientos con Brahman, la mayor habilidad materna de las Criollo y Santa Gertrudis se reflejó en los pesos al destete de sus crías (BC y BG), las cuales fueron más pesadas que las de madre Brahman (CB y GB). El único efecto materno importante fue la diferencia (7,1 kg) encontrada entre los cruzamientos (recíprocos) de Brahman y Criollo, las crías de madre Criollo fueron significativamente más pesadas que las de madre Brahman. Las diferentes respuestas de cruces recíprocos en cuanto a la ganancia antes del destete y el peso al destete, han sido discutidas por varios autores quienes señalaron que, tales diferencias generalmente tienen su origen en variaciones en la habilidad materna y la producción de leche (33, 37, 45, 48). El agrupamiento de recíprocos (cruzas simples) permitió calcular las estimaciones de heterosis de cruzas específicas con relación al promedio de sus razas puras correspondientes. Las cruzas B - C y B - G demostraron efectos significativos de heterosis, mientras que en la cruz C - G no hubo manifestación de vigor híbrido. Estos resultados demuestran claramente la gran habilidad combinatoria del Brahman para cruzarse con el Criollo y Santa Gertrudis, y la poca habilidad combinatoria de los cruces entre Santa Gertrudis y Criollo corroborándose así anteriores estudios (54, 55, 56, 65) y otros trabajos realizados en el sur de los Estados Unidos, que ponen

de manifiesto la ventaja de la utilización del Brahman en sistemas de cruzamientos (15, 36, 41, 61, 63). En las comparaciones entre sí de cruzamientos específicos (cruzas simples), se encontró que, a pesar de que la craza C - G no presentó efectos significativos de heterosis, sus pesos al destete no fueron significativamente inferiores a los pesos de los otros dos tipos de cruzas específicas (B - C y B - G), posiblemente como resultado de la buena habilidad materna de sus razas parentales, condición que se manifestó en los pesos alcanzados (Cuadro 2 del Apéndice).

Con base en la premisa (24, 32, 33, 35, 57) de que el peso al destete es determinado en mayor proporción por la habilidad materna y en menor grado por el genotipo del ternero, las cruzas triples fueron comparadas de acuerdo al genotipo de sus madres híbridas correspondientes. Los resultados indicaron que en la comparación de madres recíprocas hubo un efecto materno significativo, las progenies de madres GC superaron significativamente a su recíproco. Varios estudios informan que no siempre las madres híbridas (recíprocas) presentan el mismo comportamiento productivo (2, 13, 54, 78). El examen y la comparación entre sí de las cruzas triples provenientes de madres híbridas con igual genotipo racial, permitió observar más claramente la habilidad combinatoria de las razas que las formaron (Cuadro 2 del Apéndice). Se encontró que las progenies resultantes de madres híbridas (B - C y B - G) en cuyo genotipo formó parte el Brahman, fueron significativamente más pesadas que las progenies de madres híbridas (C - G) formadas por el cruzamiento de Criollo y Santa Gertrudis. Con estos resultados se puede confirmar que en cruzamientos el Brahman presenta buena habilidad combinatoria para cruzarse con el Criollo, Santa Gertrudis y Charolais, efecto que se manifiesta primeramente en la capacidad materna y rendimiento de leche de las madres híbridas

en los cuales participa esta raza, y posteriormente en el crecimiento de la triple cruza. En las madres C - G, la poca habilidad combinatoria de sus razas parentales (49, 55, 65) se manifestó en pobre habilidad materna con los consecuentes menos pesos obtenidos por su progenie, demostrándose con esto que la heterosis de la triple cruza es menos importante que la habilidad materna de las madres híbridas.

El peso al destete es una de las medidas económicas más valiosas para evaluar la producción del ganado de carne, y su mejoramiento a través del uso de cruzamientos puede ser de gran magnitud, sobre todo cuando a la heterosis de las crías es agregada la superioridad en habilidad materna de las vacas  $F_1$  (12, 13, 42). Los resultados encontrados para peso al destete de los diferentes grupos evaluados eran esperados debido a que entre ellos se encontraban animales de crecimiento lento, como las progenies puras de Brahman y Criollo, en contraste con las progenies resultantes de cruzamientos simples y triples en las cuales la heterosis determinó su mejor comportamiento.

#### 4.2 Comportamiento reproductivo

##### 4.2.1 Porcentaje de terneros nacidos y destetados

En el período de 1969 a 1975 se acumularon datos de 1209 empadres. La distribución de los porcentajes de nacimientos y destetes para cada uno de los años y tipos raciales de madres consideradas se muestran en el Cuadro 5.

Los cuadrados medios del análisis de varianza para estimar el efecto de año y tipo racial para porcentajes de terneros nacidos y destetados, se presentan en el Cuadro 6.

La influencia del año demostró un efecto altamente significativo ( $P < 0,01$ ) sobre los porcentajes de nacimientos y destetes, variando de bajo

Cuadro 5. Porcentaje de terneros nacidos y destetados.

G. racial de la madre	1969		1970		1971		1972		1973		1974		1975		Total	
	%T.N.	%T.D.	%T.N.	%T.D.	%T.N.	%T.D.	%T.N.	%T.D.	%T.N.	%T.D.	%T.N.	%T.D.	%T.N.	%T.D.	%T.N.	%T.D.
B	79,4 (34)	79,4	62,5 (32)	59,4	67,7 (31)	67,7	47,8 (46)	43,5	51,2 (43)	46,5	59,2 (42)	54,8	92,9 (42)	85,7	65,2 (270)	61,5
C	78,9 (38)	73,7	74,4 (39)	69,2	60,5 (43)	55,8	55,8 (52)	53,8	33,3 (42)	33,3	71,4 (21)	66,7	55,6 (36)	52,8	60,1 (271)	56,8
SG	62,5 (32)	59,4	90,9 (22)	90,9	57,9 (19)	57,9	61,9 (21)	61,9	50,0 (14)	50,0	85,7 (7)	85,7	100,0 (6)	83,3	68,6 (121)	66,9
BC*	100,0 (7)	71,4	85,7 (14)	85,7	76,9 (13)	69,2	86,7 (15)	86,7	61,5 (13)	61,5	100,0 (10)	100,0	77,8 (18)	72,2	82,2 (90)	77,8
CB	50,0 (8)	50,0	84,6 (13)	76,9	81,3 (16)	81,3	73,7 (19)	73,7	88,2 (17)	88,2	70,6 (17)	70,6	66,7 (12)	66,7	75,5 (102)	74,5
BG	70,0 (20)	65,0	81,3 (16)	81,3	84,2 (19)	78,9	60,0 (20)	60,0	42,1 (19)	42,1	72,7 (11)	63,6	76,9 (13)	76,9	68,6 (118)	66,1
GB	27,3 (11)	27,3	47,1 (17)	47,1	53,8 (13)	46,2	77,8 (9)	77,8	50,0 (8)	50,0	66,7 (3)	66,7	66,7 (3)	33,3	51,6 (64)	48,4
GC	33,3 (9)	33,3	83,3 (12)	75,0	76,9 (13)	76,9	63,2 (19)	63,2	50,0 (18)	50,0	76,9 (13)	76,9	90,0 (10)	90,0	67,0 (94)	66,0
CG	44,4 (9)	44,4	75,0 (12)	66,7	75,0 (12)	75,0	60,0 (15)	53,3	75,0 (12)	66,7	100,0 (10)	70,0	100,0 (9)	100,0	74,7 (79)	67,1

T.N. = terneros nacidos

T.D. = terneros destetados

( ) = número de vacas expuestas a toro

\* la raza del padre va primero

B = Brahman

C = Criollo

SG = Santa Gertrudis



Cuadro 6. Cuadrados medios para terneros nacidos (T.N.), destetados (T.D.) y kilogramos de becerro destetado por vaca expuesta a toro (K.B.D.).

F.V.	G.L.	C U A D R A D O S M E D I O S		
		T.N.	T.D.	K.B.D.
Grupos raciales	8	0,0425 *	0,0464 *	2979,1 **
Años	6	0,0805 **	0,0682 **	1600,5 *
Error	48	0,0200	0,0213	696,3
TOTAL	62			

\*  $P < 0,05$

\*\*  $P < 0,01$

en 1973 a alto en 1975. Las diferencias debidas a años en estas dos medidas de reproducción, reflejan un efecto confundido de variaciones climáticas, nutricionales, el manejo practicado al ható de un año a otro y toros usados en cada año.

El efecto de la raza de la madre sobre los porcentajes de nacimientos y destete, mostró diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ). La comparación de los nueve grupos raciales de madres, indicó que las madres híbridas GB produjeron y destetaron significativamente menor cantidad de terneros que las madres híbridas BC, CB, CG, BG y que la raza Santa Gertrudis, que fueron las que presentaron el mejor comportamiento reproductivo (Cuadros 3 y 4 del Apéndice).

En el Cuadro 7 se muestra el comportamiento reproductivo de los nueve

Cuadro 7. Efecto del grupo racial sobre varias características de producción.

Características	GRUPO RACIAL DE LA MADRE							CG***	Total	
	B	C	SG	BC	CB	BG	GB			GC
Vacas en empadre (Nº)	270	271	121	90	102	118	64	94	79	1209
Terneros nacidos (Nº)	176	163	83	74	77	81	33	63	59	809
% de nacimientos	65,2	60,1	68,6	82,2	75,5	68,6	51,6	67,0	74,7	67,1
% de destete	61,5	56,8	66,9	77,8	74,5	66,1	48,4	66,0	67,1	63,8
Peso al destete (kg)**	168	179	180	202	197	190	190	179	175	185
Productividad neta (kg)**	103	102	120	157	147	126	92	118	117	118
Superioridad de las madres híbridas sobre el promedio de las razas parentales (%)										
% de nacimientos				31,1	20,4	3,6	- 22,1	6,7	11,9	
% de destete				31,6	26,1	4,8	- 23,2	10,2	7,2	
Peso al destete				16,1	13,2	9,2	9,0	1,3	2,5	
Productividad neta				52,4	42,7	12,5	- 17,5	10,2	9,3	

\* pesos ajustados por sexo y a 205 días de edad

\*\* kilogramos de becerro destetado por vaca expuesta a toro

\*\*\* la raza del padre va primero

grupos raciales de vacas, y la superioridad o inferioridad de cruzamientos re  
ciprocos sobre el promedio de sus razas puras.

Las razas puras Brahman y Santa Gertrudis tuvieron porcentajes de na-  
cimientos y destetes similares mientras que la Criollo presentó el comporta-  
miento reproductivo más bajo. El bajo comportamiento reproductivo de la Cri-  
ollo posiblemente se explique por el hecho de que la mayoría de las vacas pro  
vienen del hato Criollo lechero del Departamento de Ganadería Tropical, y nor  
malmente son vacas desechadas que se caracterizan por baja producción de le-  
che y/o difícil concepción bajo inseminación artificial.

La comparación entre vacas híbridas de igual genotipo racial indicó  
que las vacas BC, BG y CG tuvieron mayor cantidad de terneros nacidos y des-  
tetados que sus recíprocos CB, GB y GC. Las diferencias entre cruzamientos  
recíprocos fueron significativas, entre vacas provenientes de los cruces re-  
cíprocos de Brahman y Santa Gertrudis. Las vacas GB produjeron y destetaron  
significativamente menor cantidad de terneros que su recíproco (BG). Varios  
estudios han establecido que la contribución genética del padre y de la ma-  
dre transmitida a su progenie es la misma, excepto para aquellos genes liga-  
dos al sexo (18, 39). Esta aseveración posiblemente explique la inferiori-  
dad de las vacas GB contra su recíproco; sin embargo, en el presente estudio  
el poco número de observaciones no permitió analizar este efecto. Las dife-  
rencias en reproducción entre cruzamientos recíprocos concuerda con los resul  
tados obtenidos en otros estudios citados en la literatura (8, 42, 50) y que  
señalan la importancia de determinar qué tipo de madres híbridas se deben  
usar como vientres para la producción de terneros. Sin embargo, esto está de  
terminado por la población de ganado existente y por las razas disponibles  
en una determinada localidad.

El comportamiento reproductivo promedio de vacas de las razas puras parentales y de cada uno de los grupos de vacas híbridas con igual combinación genética se muestra en el Cuadro 8. Se encontró que hubo efectos de heterosis sobre la tasa de nacimientos y destetes, las vacas híbridas B - C mostraron el mayor porcentaje de heterosis seguidas por las C - G. En las vacas B - G no se encontraron efectos de heterosis debido a que una de sus cruza recíprocas (GB) presentó un comportamiento reproductivo muy bajo (Cuadro 7). La comparación de los porcentajes de nacimientos y destetes de estos tres tipos de vacas híbridas (B - G, B - G, C - G) indicó que las vacas B - C produjeron y destetaron mayor cantidad de terneros que las vacas B - G y C - G. Las diferentes respuestas en reproducción de las vacas híbridas procedentes de cruzamientos específicos son esperadas debido a que cada una de las razas que las forman difieren genéticamente en esta medida. Además, en las madres híbridas procedentes de un determinado cruce específico la habilidad combinatoria de sus razas parentales determina en parte su comportamiento reproductivo.

En el Cuadro 9 se puede observar que el promedio de nacimientos de las madres híbridas fue superior al promedio de las madres de raza pura, superioridad que se mantuvo hasta el destete, encontrándose que hubo pocos efectos de heterosis en el aspecto de habilidad materna en lo que se refiere a cuidado de los terneros desde el nacimiento hasta el destete. Estos resultados demuestran que la superioridad de las madres híbridas sobre las puras se debió a que presentaron mayor cantidad de terneros al nacimiento antes que al cuidado de sus crías postnacimiento, lo cual concuerda con otros estudios que informan una menor manifestación de heterosis en las madres híbridas, sobre esta medida de reproducción (13, 78). Estas investigaciones y muchas

Cuadro 8. Valores promedio para varias características de producción en madres de raza pura y madres híbridas de igual genotipo.

Características	P R O M E D I O S					
	Madres Puras			Madres Híbridas*		
	B+C	B+SG	C+SG	B-C	B-G	C-G
Vacas en empadre (Nº)	541	391	392	192	182	173
Terneros nacidos (Nº)	339	259	246	151	114	122
% de nacimientos	62,7	66,2	62,8	78,6	62,6	70,5
% de destete	59,1	63,1	59,9	76,0	57,3	66,5
Peso al destete (kg)	174	174	180	199	190	177
Productividad neta (kg)	103	112	107	152	109	118
<u>Superioridad de Madres Híbridas sobre el promedio de las razas parentales (%)</u>						
% de nacimientos				25,4	- 5,4	12,3
% de destete				28,6	- 5,1	11,0
Peso al destete				14,4	9,2	- 1,6
Productividad neta				47,6	- 2,7	10,3

\* BC + CB ; BG + GB ; GC + CG

Cuadro 9. Comparación de madres de raza pura contra madres híbridas en varias características productivas.

Características	Grupos de Madres		Diferencia	(%)
	Puras	Híbridas		
	Promedios			
Vacas en empadre (No.)	662	547	--	--
% de nacimientos	63,7	70,7	7,0	11,0
% de destete	60,6	67,6	7,0	11,6
Peso al destete (kg)	176	189	13,0	7,4
Productividad neta (kg)	107	128	21,0	19,6

otras citadas en la literatura (8, 48, 54, 63, 74) demuestran claramente que las razas híbridas superan notablemente a las razas puras en comportamiento reproductivo y que la fertilidad es una característica que responde más a mejoramiento mediante el uso de cruzamientos, y que puede ser de considerable importancia económica en la producción comercial del ganado de carne.

#### 4.3 Productividad neta

##### 4.3.1 Kilogramos de becerro destetado por vaca expuesta a toro

El número de vacas expuestas a toro y los kilogramos de becerro destetado por vaca expuesta a toro en los años y tipos raciales considerados, se presentan en el Cuadro 10.

Los cuadrados medios del análisis de varianza para evaluar los efectos de año y tipo racial sobre este parámetro se muestran en el Cuadro 6.

El efecto de años demostró influencias significativas ( $P < 0,05$ ) sobre

Cuadro 10. Kilogramos de becerro destetado por vaca expuesta a toro (productividad neta).

G. racial de la madre	1969		1970		1971		1972		1973		1974		1975		Total	
	VE	KBD	VE	KBD	VE	KBD	VE	KBD	VE	KBD	VE	KBD	VE	KBD	VE	KBD
B	34	145	32	91	31	106	46	69	43	83	42	94	42	155	270	103
C	38	134	39	118	43	92	52	95	42	64	21	123	36	87	271	102
SG	32	120	22	175	19	99	21	104	14	109	7	135	6	127	121	120
BC*	7	143	14	173	13	118	15	176	13	136	10	210	18	139	90	157
CB	8	99	13	153	16	149	19	141	17	177	17	143	12	138	102	147
BG	20	132	16	153	19	145	20	103	12	85	11	124	13	148	118	126
GB	11	52	17	94	13	84	9	134	8	95	3	118	3	62	64	92
GC	9	60	12	136	13	135	19	107	18	89	13	145	10	153	94	118
CG	9	94	12	111	12	122	15	89	12	123	10	126	9	168	79	117
TOTAL	168	122	177	131	179	113	216	108	186	97	134	126	149	132	1209	118

VE = vacas expuestas

KBD = kilogramos de becerro destetado por vaca expuesta a toro

B = Brahman

C = Criollo

SG = Santa Gertrudis

\* la raza del padre va primero

esta medida de productividad. El efecto de años sobre las características de crecimiento y reproducción es importante porque refleja las variaciones de estas dos medidas, debido a las diferentes condiciones ambientales, calidad y disponibilidad de alimentos, manejo del hato, edad de las vacas, y los toros usados, efectos que varían de un año a otro y que en el presente estudio no fue posible separar estadísticamente.

El componente tipo racial demostró ser una fuente de variación de considerable magnitud, encontrándose que hubo diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ). La comparación de promedios indicó que los mayores índices de productividad correspondieron a las madres BC, CB y BG, las cuales superaron significativamente a las madres Brahman, Criollo y GB que fueron las que presentaron la menor productividad (Cuadro 5 del Apéndice). En esta comparación se pudo observar que las mayores producciones correspondieron generalmente a las madres híbridas (excepto GB). Estos resultados indican que en esta medida se presentan efectos acumulativos de heterosis, efectos que se manifiestan por el mejor comportamiento reproductivo y habilidad materna de las madres híbridas. Un estudio (66) realizado con los mismos grupos raciales, no se encontraron diferencias significativas en kilogramos de becerro destetado por vaca expuesta a toro; sin embargo, señaló que los mayores rendimientos correspondieron al cruce de Brahman por Criollo y su recíproco. Lo cual concuerda con estos resultados y con un trabajo realizado previamente (54).

Las diferencias en productividad neta de las razas Brahman, Criollo y Santa Gertrudis, no fueron significativas. Estos resultados en productividad de las tres razas puras son concordantes con otros estudios (43, 66), en cuanto a los mayores pesos al destete de la Santa Gertrudis, pero no en



lo que se refiere a comportamiento reproductivo, ya que en el presente estudio el porcentaje neto de parición de la Santa Gertrudis fue superior al obtenido por las razas Brahman y Criollo, debido a que esta raza en los últimos años de estudio fue seleccionada más intensamente en base de reproducción que la Brahman y Criollo (Cuadro 7).

Los resultados que se muestran en el Cuadro 7 indican claramente que cuando cada una de las cruzas recíprocas son evaluadas, es evidente que una de las cruzas es superior a su recíproco. Las madres BC, BG y CG tuvieron mayores índices de productividad que sus recíprocos CB, GB y CG. Las comparaciones indicaron que solamente las madres BG superaron significativamente a su recíproco (GB). Estas diferencias entre cruzas recíprocas son esperadas debido a que aún cuando en sus componentes genéticos totales son similares (18). Hay investigaciones (13, 39) que señalan que los efectos maternos favorables expresados en una edad temprana de las novillas  $F_1$ , posiblemente interactúan con el desarrollo endocrino de las futuras madres, efecto que se manifiesta en reducciones de su habilidad materna y comportamiento reproductivo. En el presente estudio, estas especulaciones pudieran estar confundidas debido a que los toros usados para producir las madres  $F_1$  pudieron ser seleccionadas más intensamente en un cruce recíproco determinado.

El agrupamiento de las cruzas recíprocas y su comparación con el promedio de sus razas puras correspondientes permitió evaluar la heterosis expresada en cruzamientos específicos para la cantidad de kilogramos de becerro destetado por vaca expuesta a toro ( Cuadro 8), los resultados indicaron que cuando las medidas de crecimiento y reproducción se unieron en un índice de productividad, las madres híbridas B - C y C - G superaron a sus razas parentales demostrando estos resultados que la heterosis de este tipo de

madres híbridas determinó su mejor comportamiento productivo en contraste con las madres B - G en las cuales este efecto no se manifestó. En la comparación entre sí de estos tres tipos de madres (B - C, B - G, C - G), las diferencias favorecieron significativamente a las madres B - C. La superioridad de las B - C sobre los otros dos grupos de madres, se debió indudablemente a su mejor comportamiento reproductivo antes que al crecimiento de su progenie. Corroborándose así otros estudios que demuestran la mayor influencia del comportamiento reproductivo sobre la productividad de un hato, en contraste con las medidas de crecimiento del mismo (42, 43, 54, 79).

En la comparación total de la productividad neta de las madres híbridas y de raza pura, se encontró que las diferencias no fueron significativas; sin embargo, las madres híbridas superaron en 19,6 por ciento al promedio de las madres de raza pura (Cuadro 9). Crockett (10), en cruzamientos de las razas Angus, Brahman y Hereford, reporta una superioridad de las madres híbridas sobre las puras de 17,7 por ciento. Varios estudios señalan que cuando la Brahman forma parte del genotipo de las madres híbridas, esta superioridad puede ser de un 30 a 50 por ciento (10, 11, 12, 35).

Investigaciones señalan que las madres híbridas además de superar a las madres puras en el porcentaje de destete y pesos al destete, permiten combinar y utilizar de manera óptima las cualidades de las razas puras (41, 68). A estas consideraciones se debe agregar su mayor eficiencia en la conversión de alimentos y vida productiva en el hato (7, 8, 15). Razón por la cual la producción de vacas híbridas puede beneficiar tanto a los productores que persiguen fines comerciales como a los criadores de razas puras.

## 5. RESUMEN Y CONCLUSIONES

El presente estudio se realizó en el Departamento de Ganadería Tropical del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), en Turrialba, Costa Rica.

Nueve grupos raciales de vacas de ganado de carne fueron comparadas por el crecimiento de sus progenies, comportamiento reproductivo y productividad neta por vaca expuesta a toro.

Los nueve grupos raciales de vacas estuvieron constituídos por las razas puras Brahman, Criollo y Santa Gertrudis y por los grupos híbridos Brahman por Criollo y su recíproco, Brahman por Santa Gertrudis y su recíproco y Santa Gertrudis por Criollo y su recíproco. Las vacas puras fueron apareadas para producir terneros puros y de cruce simple, mientras que las vacas híbridas fueron apareadas con una tercera raza (Charolais) para producir cruzamientos triples.

Las variables consideradas para el análisis de crecimiento fueron: peso al nacer y peso al destete. El análisis estadístico se realizó sobre un total de 581 observaciones, provenientes de 295 machos y 286 hembras. Para el análisis estadístico se utilizó un modelo factorial con desigual número de observaciones.

En los pesos al nacer, el cruce de Criollo por Brahman, las razas Brahman y Criollo tuvieron significativamente los menores pesos con 27,7; 28,4 y 28,9 kg respectivamente y los mayores pesos los obtuvieron los cruces de Brahman por Criollo y Brahman por Santa Gertrudis y los cruces de Charolais con madres Brahman por Criollo, Brahman por Santa Gertrudis y Criollo por Santa Gertrudis con 36,2; 36,1; 36,1; 35,4 y 35,2 kg respectivamente.

Las diferencias de peso al nacer entre las razas puras, las cruces

simples y las cruzas triples, resultaron altamente significativas. Las cru-  
zas triples tuvieron un promedio de 34,8 kg significativamente superior al  
promedio de las cruzas simples de 33,3 kg, el cual fue también significati-  
vamente superior al promedio de las razas puras que fue de 28,9 kg.

En los pesos al destete, las razas Criollo y Brahman tuvieron signi-  
ficativamente los menores pesos al destete con 155,6 y 161,2 kg respectiva-  
mente y los cruces de Charolais con madres Santa Gertrudis por Brahman,  
Brahman por Santa Gertrudis, Brahman por Criollo y Criollo por Brahman, ob-  
tuvieron los mayores pesos al destete con 185,7; 191,1; 191,9 y 189,6 kg  
respectivamente.

El promedio de peso al destete de las cruzas triples de 187,6 kg  
superó significativamente a los promedios de peso al destete obtenidos por  
las cruzas simples (175,7 kg) y razas puras (162,4 kg).

El examen general de las características de crecimiento indicó que  
las madres Brahman y las madres híbridas en cuyo genotipo interviene la  
Brahman como raza de la madre, tienden a dar los terneros menos pesados al  
nacimiento, mientras que los terneros  $F_1$  de padre Brahman y los progenies  
de madres híbridas con la Brahman en su genotipo, obtienen los mayores pesos  
al destete.

El comportamiento reproductivo fue medido a través del porcentaje de  
terneros nacidos y destetados en cada grupo racial. El grupo racial de la  
madre tuvo influencias significativas en las medidas de reproducción bajo es-  
tudio. Los porcentajes de nacimiento fueron 82,2; 75,5; 74,7; 68,6; 68,6;  
67,0; 65,2; 60,1 y 51,6 para los grupos raciales BC, CB, CG, SG, BG, GC, B,  
C y GB respectivamente, destetando el 77,8; 74,5; 67,1; 66,9; 66,1; 66,0;  
61,5; 56,8 y 48,4 por ciento de terneros en el mismo orden. Las madres

híbridas Brahman por Criollo y su recíproco superaron significativamente a las madres Brahman, Criollo y Santa Gertrudis por Brahman que fueron las que presentaron el comportamiento reproductivo más bajo.

Los efectos del tipo racial de la madre sobre la cantidad de kilogramos de becerro destetado por vaca expuesta a toro fueron altamente significativos. Las madres híbridas Brahman por Criollo y su recíproco tuvieron significativamente los mayores índices de productividad con 157 y 147 kg de becerro destetado, seguidas por las Brahman por Santa Gertrudis, Santa Gertrudis, Santa Gertrudis por Criollo y Criollo por Santa Gertrudis con 126, 120, 118 y 117 kg, siendo inferiores las Brahman, Criollo y Santa Gertrudis por Brahman con 103, 102 y 92 kg respectivamente.

Por los resultados obtenidos en este estudio, se puede concluir que:

1. En comportamiento reproductivo, crecimiento de la progenie y productividad neta, las madres híbridas resultaron superiores a las madres de raza pura, probablemente debido a efectos de heterosis.
2. Las madres híbridas cuyo genotipo se forma por el cruzamiento de Brahman y Criollo, combinan mejor sus características de crecimiento y reproducción.
3. Las cruzas simples y triples son superiores a las razas puras en cuanto a las características de crecimiento.
4. Los cruzamientos simples y triples en los cuales interviene la raza Brahman, obtienen mayores pesos al destete.

## 5a. SUMMARY AND CONCLUSIONS

This study was conducted at the Animal Science Department of the Tropical Agriculture Research and Training Center (CATIE), Turrialba, Costa Rica.

Nine groups of beef cows, composed of different breeds and their crosses, were compared for the growth of their progeny, reproductive behavior and net productivity.

The nine groups compared were constituted by the Brahman, Criollo and Santa Gertrudis breeds and their reciprocal crosses. The pure bred cows were bred to produce pure breeds and simple crossbreds, while the crossbred cows were bred to a third breed (Charolais) to produce triple crosses.

The parameters considered for the analysis of growth were: birth weight and weaning weight. A total of 581 observations coming from 295 males and 286 females, were analyzed according to a factorial model with different number of observations.

Birth weight of the Brahman and Criollo breeds and of the Criollo by Brahman cross (27.7, 28.4 and 28.9 kg respectively) were significantly less than the birth weight of the crosses Brahman by Criollo, Brahman by Santa Gertrudis, and Charolais with females Brahman-Criollo, Brahman-Santa Gertrudis and Criollo-Santa Gertrudis with 36.2, 36.1, 35.4, 35.2 kg respectively.

The differences in birth weight among the pure breeds, single crosses and triple crosses were highly significant. The triple crosses had an average of 34.8 kg at birth, significantly superior to the single crosses' average of 33.3 kg, which in turn is significantly different to 28.0 kg, obtained for the pure breeds.

Weaning weight of the Criollo and Brahman breeds was significantly inferior to the weaning weights of the crosses of Charolais with Santa Gertrudis-Brahman, Brahman-Santa Gertrudis, Brahman-Criollo and Criollo-Brahman females (155.6, 161.2, 185.7, 191.1, 191.9 and 189.6 respectively). The average weaning weight of the triple crosses (187.6 kg) was significantly superior to the average weaning weight of the single crosses (175.7 kg) and the pure breeds (162.4 kg).

The general examination of the growth characteristics indicates that the Brahman females and those hybrid females whose genotype has Brahman on the dam side, tend to produce lighter calves at birth, while  $F_1$  calves from Brahman sires and the progenies of hybrid cows with Brahman in their genotype, produce the heavier weaning weights.

The reproductive behavior was measured as the percentage of calves borned and weaned in each group. The dam's breed had significant influence upon reproduction behavior birth percentages were 82.2, 75.5, 74.7, 68.6, 68.6, 67.0, 65.2, 60.1 and 51.6 for the BC, CB, CG, G, BG, GC, B, C and GB respectively, and weaning 77.8, 74.5, 67.1, 66.9, 66.1, 66.0, 61.5, 56.8 and 48.4, respectively. The Brahman by Criollo dams and their reciprocal, were significantly superior to Brahman, Criollo and Santa Gertrudis by Brahman dams, which presented the lowest reproductive behavior.

The effect of breed of the dam upon the kilograms of calve weaned per mated cow, was highly significant. The hybrids Brahman by Criollo dams and their reciprocal had the highest indexes of productivity, with 157 and 147 kg of calve weaned, followed by Brahman-Santa Gertrudis, Santa Gertrudis, Santa Gertrudis-Criollo, Criollo-Santa Gertrudis, Brahman, Criollo and Santa Gertrudis-Brahman, with 103, 102 and 92 kg, respectively.

Based upon these results, it can be concluded that:

1. Reproductive behavior, growth of the progeny and net productivity of the hybrid dams resulted superior in comparison to pure bred dams, probably due to heterosis.
2. The hybrid dams whose genotype is formed by the cross of Brahman with Criollo, combine their growth and reproduction characteristics better.
3. Single crosses and triple crosses are superior to purebreds as far as growth characteristics is concerned.
4. Single and triple crosses in which the Brahman breed is used, produce the higher weaning weights.



## 6. LITERATURA CITADA

1. BAHARIN, K. y BEILHARZ, R. C. Estimation of genetic parameters in beef cattle from records of performance. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 15:731-739. 1975.
2. BAKER, A. L. y QUESENBERRY, J. R. Comparison of growth of Hereford and  $F_1$  Hereford x Shorthorn heifers. Journal of Animal Science 3(4):322-325. 1944.
3. BASER, R. W. A twenty-year summary of heterotic effects on reproduction in Florida Cattle. In Crossbreeding beef cattle series 2. Gainesville, University of Florida Press. 1973. pp. 128-134.
4. BRINKS, J. S. et al. Adjusting birth weight. Weaning weights and preweaning gain for sex of calf in range Hereford cattle. Journal of Animal Science 20(2):363-367. 1961.
5. \_\_\_\_\_ et al. Heterosis in preweaning and weaning traits among lines of Hereford cattle. Journal of Animal Science 26(1): 278-282. 1967.
6. CARTWRIGHT, T. C. Selection criteria for beef cattle for the future. Journal of Animal Science 30(5):596-605. 1970.
7. \_\_\_\_\_. Performance of  $F_1$  cows to purebreed and other crosses. Beef cattle short course. Gainesville, Florida, 1971. 21 p. (Mimeo).
8. \_\_\_\_\_. Comparison of  $F_1$  cows with purebreds and other crosses. In Crossbreeding beef cattle series 2. Gainesville, University of Florida Press. 1973. pp. 49-63.
9. COBB, E. H. et al. Comparative performance of British, Brahman and crossbred foundation cattle. Journal of Animal Science 23(3): 848. 1964.
10. CROCKETT, R. W. et al. Beef production in a crisscross breeding system involving the Angus, Brahman and Hereford. Florida. Agricultural Experiment Stations. Bulletin no. 759. 1973. 10 p.
11. CROCKETT, J. R. Early breeding trials at the Everglades Station in Florida. In Crossbreeding beef cattle series 2. Gainesville, University of Florida Press. 1973. pp. 38-42.
12. CUNDIFF, L. V. Experimental results on crossbreeding cattle for beef production. Journal of Animal Science 30(5):694-705. 1970.

13. CUNDIFF, L. V. et al. Effects of heterosis on reproduction in Hereford, Angus and Shorthorn cattle. *Journal of Animal Science* 38(4):711-727. 1974.
14. \_\_\_\_\_ et al. Effects of heterosis on maternal performance and milk production in Hereford, Angus and Shorthorn cattle. *Journal of Animal Science* 38(4):728-743. 1974.
15. DAMON, R. A. et al. Performance of crossbred beef cattle in the Gulf coast region. *Journal of Animal Science* 18(3):437-447. 1959.
16. \_\_\_\_\_ et al. Genetic analysis of crossbreeding beef cattle. *Journal of Animal Science* 20(3):849-853. 1961.
17. DAWSON, W. M. et al. Birth weight as a criterion of selection in beef cattle. *Journal of Animal Science* 6(3):247-257. 1947.
18. DICKERSON, G. Experimental approaches in utilizing breed resources. *Animal Breeding Abstracts* 37:191. 1969.
19. DONALDSON, L. E. Investigations into the fertility of Brahman crossbred female cattle in Queensland. *Australian Veterinary Journal* 47(6):264-267. 1971.
20. DREWRY, K. J. et al. Relationship among factors associated with mothering ability in beef cattle. *Journal of Animal Science* 18(3):938-946. 1959.
21. ELLIS, G. F. Jr., CARTWRIGHT, T. C. y KRUSE, W. E. Heterosis for birth weight in Brahman-Hereford crosses. *Journal of Animal Science* 24(1):93-96. 1965.
22. ENGLAND, N. et al. The effect of breed of dam and lactation status upon conception rate in beef females. *Journal of Animal Science* 22(6):818. 1963.
23. GAINES, J. A. et al. Heterosis from crosses among British breeds of beef cattle. Fertility and calf performance to weaning. *Journal of Animal Science* 25(1):5-18. 1966.
24. GLEDDIE, V. M. y BERG, R. T. Milk production in range beef cows and its relationship to calf gains. *Canadian Journal of Animal Science* 48(2):323-333. 1968.
25. GREGORY, K. E. et al. Heterosis effects on growth rate of beef heifers. *Journal of Animal Science* 25(1):290-298. 1966.
26. \_\_\_\_\_ et al. Heterosis of preweaning traits of beef cattle. *Journal of Animal Science* 24(1):21-25. 1965.

27. GREGORY, K. E. Improvement of beef cattle through breeding methods. Nebraska. Agricultural Experiment Station. Bulletin no. 196. 1961. 32 p.
28. GUYER, P. Q. y LUCAS, L. E. Beef herd improvement with record of performance. Nebraska. Agricultural Experiment Station. Bulletin E.C. 63-209. 1963. 27 p.
29. HERNANDEZ, G. et al. Razas criollas colombianas. Colombia, Instituto Colombiano Agropecuario. Manual de asistencia técnica, no. 21. 1976. 105 p.
30. HOLDRIDGE, L. R. Life zone ecology. San Jose, Costa Rica. Tropical Science Center, 1967. 206 p.
31. HOPKINS, I. Crossbreeding: a crossroads in the beef industry. Journal of Agriculture 68(5):123. 1970.
32. JEFFERY, H. B. et al. Factors influencing milk yields of beef cattle. Canadian Journal of Animal Science 51(3):551-560. 1971.
33. \_\_\_\_\_ y BERG, R. T. Evaluation of milk variables as measures of milk affects on preweaning performance of cattle. Canadian Journal of Animal Science 51(1):21-30. 1971.
34. KELLAWAY, R. C. Breeds of beef cattle. A review. Journal of Agriculture 69(11):277-287. 1971.
35. \_\_\_\_\_. Breeds and breeding of beef cattle, Part 2. Production and fitness characters of crossbred cattle. Australian Meat Research Committee 7:1-24. 1972.
36. KIDDER, R. W. et al. Systems of crossbreeding for beef production in Florida. Florida Agricultural Experiment Station. Bulletin no. 673. 1964. 19 p.
37. KNAPP, J. B. y BLACK, W. H. Factors influencing rate of gain of beef calves during the suckling period. Journal of Agricultural Research 63(4):249-254. 1941.
38. KOCH, R. M. y CLARK, R. T. Genetic and environmental relationships among economic characters in beef cattle. III. Evaluating maternal environment. Journal of Animal Science 14(3):979-996. 1955.
39. \_\_\_\_\_. The role of maternal effects in animal breeding. IV. Maternal effects in beef cattle. Journal of Animal Science 35(6):1316-1320. 1972.
40. KOGER, M. y KNOX, J. H. A method for estimating weaning weights of range calves at a constant age. Journal of Animal Science 4(2):285-290. 1945.

41. KOGER, M., CUNHA, T. J. y WARNICK, A. C. Crossbreeding beef cattle. Series 2. Gainesville, University of Florida Press. 1973. 459 p.
42. Koger. et al. Heterosis effects on weaning performance of Brahman-Shorthorn calves. Journal of Animal Science 40(5):826-833. 1975.
43. LABBE, S. Comportamiento reproductivo y productividad de las razas Criollo, Brahman, Santa Gertrudis y Romo Sinuano. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1970. 56 p.
44. LAMPKIN, G. H. y KENNEDY, J. F. Some observations on reproduction, weight change under lactation stress and the mothering ability of British - Zebú crossbred cattle in the tropics. Journal of Agricultural Sciences 64:407-412. 1965.
45. LEONARD, B. E. et al. Maternal differences among reciprocal crossbred cows. Journal of Animal Science 26(1):205. 1967.
46. LINARES, T. et al. Comportamiento reproductivo de Bos taurus y Bos indicus y sus cruces en el llano Venezolano. I. Eficiencia reproductiva. ALPA. Memoria 9:84-85. 1973.
47. \_\_\_\_\_ . et al. Comportamiento reproductivo de Bos taurus y Bos indicus y sus cruces en el llano Venezolano. V. Pubertad en novillas. ALPA. Memoria 9:91. 1974.
48. LINDHE, B. Breeding and crossbreeding for beef production. World Review of Animal Production 5(21):51-57. 1969.
49. LUNA, J. A. Estudio del vigor híbrido en cruzamientos recíprocos de las razas Brahman, Santa Gertrudis y Criollo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1965. 77 p.
50. McDONALD, R. P. y TURNER, J. W. Estimation of maternal heterosis in preweaning traits in beef cattle. Journal of Animal Science 35(6):1146-1154. 1972.
51. MAPPLES, B. E. et al. Heterosis and feed efficiency in beef cows. Journal of Animal Science 27:302. 1968.
52. MARLOWE, T. J. y GAINES, J. A. The influence of age, sex, and season of birth of calf, and age of dam on preweaning growth rate and type score of beef calves. Journal of Animal Science 17(3): 706. 1968.
53. MASON, I. L. Hybrid vigor in beef cattle. Animal Breeding Abstracts 34(4):453-462. 1966.

54. MEDINA, O. D. Productividad de ocho grupos raciales de bovinos. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1973. 52 p.
55. MUÑOZ C., H. Growth and carcass traits of Santa Gertrudis, Brahman and Criollo cattle and their reciprocal crosses. Thesis Ph.D. Laffayette, Indiana, 1969. Purdue University. 169 p.
56. MUÑOZ, H. y MARTIN, T. Crecimiento antes y después del destete en ganado Santa Gertrudis, Brahman y Criollo y sus cruces recíprocos. ALPA. Memoria 4:7-28. 1969.
57. NEVILLE, W. E. Influence of dam's milk production and other factors on 120 day and 240 day weight of Hereford calves. Journal of Animal Science 21:315-320. 1962.
58. \_\_\_\_\_ . et al. Estimates of age effects on milk production in Hereford cows. Journal of Animal Science 38(1):1-5. 1974.
59. ORDOÑEZ, J. et al. Comportamiento productivo de Bos taurus y Bos indicus y sus cruces en el llano Venezolano. IV. Estimación de heterosis en edad y peso a pubertad en novillas. ALPA. Memoria G-58. 1973.
60. PANNISH, O. F. Some observation on Brown Swiss breeding used in the production of beef calves. Proceedings of the Fourth Conference on Artificial Insemination of beef cattle. Columbia, Mo: National Association of Animal Breeders. 1970.
61. PEACOCK, F. M. et al. Genetic and environmental influences on weaning weight and slaughter grade of Brahman, Shorthorn and Brahman-Shorthorn calves. Florida. Agricultural Experiment Station. Bulletin no. 624. 1960. 9 p.
62. \_\_\_\_\_ . et al. Reproduction in Brahman, Shorthorn and crossbred cows on different pasture programs. Journal of Animal Science 33(2):458-465. 1971.
63. \_\_\_\_\_ . Beef production of Brahman, Shorthorn and their crosses on different pastures programs. Florida. Agricultural Experiment Station. Bulletin no. 780. 1976. 19 p.
64. \_\_\_\_\_ . et al. Reproductive behavior of crossbred heifers bred as yearlings. Florida. Agricultural Experiment Stations. Circular S-236. 1976. 5 p.
65. PEREZ, R. Comparaciones entre nueve tipos raciales de ganado de carne a través de las características de crecimiento de sus progenies. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1971. 59 p.
66. PEROZO, T. et al. Kilogramos de becerro destetado por vaca expuesta a toro en las razas Brahman, Criollo y Santa Gertrudis. ALPA. Memoria 6:41-50. 1971.

67. PETERS, H. F. y SLEN, S. B. Brahman-British beef cattle crosses in Canada. I. Weaned calf production under range conditions. Canadian Journal of Animal Science 47(3):145-152. 1967.
68. PLASSE, D. Sistemas genéticos para el mejoramiento de la producción pecuaria en el trópico. In Seminario sobre el Potencial para la producción de ganado de carne en América Tropical. Cali, Colombia, CIAT. Serie CS-10. 1974. pp. 99-110.
69. PRESTON, T. R. y WILLIS, M. B. Producción intensiva de carne. México, Diana, 1974. 736 p.
70. REYNOLDS, W. L. Reproduction of Brahman, Angus, Africander, and their crosses at Jeanerette, Louisiana. In Crossbreeding beef cattle Series 2. Gainesville, University of Florida Press. 1973. pp. 135-142.
71. \_\_\_\_\_ . et al. Expression of hybrid vigor in birth weights of beef calves. Journal of Animal Science 18(4):1467. 1959.
72. \_\_\_\_\_ . et al. Birth weight and gestation length of beef cattle. Journal of Animal Science 26(1):206. 1965.
73. SCHILLING, P. E. y ENGLAND, N. C. Some factors affecting reproduction in beef cattle. Journal of Animal Science 27(5):1363-1367.
74. SCHWULST, F. J. et al. Heterosis of milk production in beef cows. Journal of Animal Science 27(6):1129. 1968.
75. STEEL, R. G. D. y TORRIE, J. H. Principles and procedures of statistics with special reference to biological science. New York, McGraw-Hill, 1960. 481 p.
76. STONAKER, H. H. Breeding for beef. Colorado's Agricultural Experiment Station. Bulletin 501-S. 1958. 58 p.
77. TODD, J. C., RIGGS, J. K. y SMITH, J. C. Milk yields and calf weight from Brahman, Hereford and crossbreed cows in the gulf coast prairie. Journal of Animal Science 27:286. 1968.
78. TURNER, J. W., FARTHING, B. R. y ROBERTSON, G. L. Heterosis in reproductive performance of beef cows. Journal of Animal Science 27(2):336-338. 1968.
79. \_\_\_\_\_ . Preweaning production differences among reciprocal crossbred beef cows. Journal of Animal Science 29(3):389-397. 1969.
80. \_\_\_\_\_ . El cruzamiento y la productividad en ganado de carne. In Cuarto cursillo del Istmo Centroamericano sobre ganado de carne y leche. San José, Costa Rica. 1975. pp. 6-12.

81. TURNER, J. W. y McDONALD, R. P. Mating-type comparisons among cross-bred beef cattle for preweaning traits. *Journal of Animal Science* 29(3):389-397. 1969.
82. TURTON, J. D. The Charolais and its use in crossbreeding. *Animal Breeding Abstracts* 32(2):389-397. 1969.
83. WARWICK, E. J. Crossbreeding and linecross beef cattle experimental results. *World Review of Animal Production* 4(19):36-42. 1968.
84. WILLHAM, R. L. The role of maternal effects in animal breeding. III. Biometrical aspects of maternal effects in animals. *Journal of Animal Science* 35(6):1288-1294. 1972.
85. WILTBANK, J. N. Heterotic effects influencing reproduction when crossing European beef breeds. In *Crossbreeding beef cattle Series 2*. Gainesville, University of Florida Press. 1973. pp. 143-152.
86. \_\_\_\_\_ . et al. Effects of heterosis on age and weight at puberty in beef heifers. *Journal of Animal Science* 25(3):744-751. 1966.
87. \_\_\_\_\_ . et al. Fertility in beef cows bred to produce straightbred and crossbred calves. *Journal of Animal Science* 26(5):1005-1010. 1967.

7. A P E N D I C E



Cuadro 1. Comparaciones entre los 15 grupos raciales para peso al nacer y peso al destete

(prueba de Duncan)\*

1. Peso al nacer														
GRUPOS RACIALES														
BC	BG	CH-BC	CH-CG	CH-BG	CH-GC	CH-CB	CH-GB	SG	CG	GC	GB	C	B	CB
-----														
2. Peso al destete														
GRUPOS RACIALES														
CH-BC	CH-BG	SG	CH-CB	CH-GB	CH-GC	BC	BG	GB	GC	CB	CH-CG	CG	B	C
-----														

\* Los grupos raciales unidos con la misma línea punteada no difieren significativamente.

Cuadro 2. Valores promedio, diferencias y errores estándares para las comparaciones de los grupos raciales en el peso al nacer y el peso al destete (prueba de t).

Contraste	Nº	Peso al nacer (kg)	Peso al destete (205 días) (kg)
Heterosis - Razas Puras vs. Cruzas Simples			
Cruzadas simples	1	33,3	175,7
Razas puras		28,9	162,4
Diferencia		4,4**	13,3**
Error estándar		0,38	1,9
Porcentaje de heterosis <sup>a/</sup>		15,2	8,2
Heterosis para Cruzas Específicas (Cruzadas simples)			
Cruces B-C	2	33,4	177,5
Puras B+C		28,5	150,4
Diferencia		4,9**	17,1**
Error estándar		0,47	2,3
Porcentaje de heterosis		17,0	10,7
Cruces B-G	3	34,1	175,9
Puras B+G		28,8	163,4
Diferencia		2,3**	12,5**
Error estándar		0,53	2,7
Porcentaje de heterosis		18,4	7,6
Cruces C-G	4	31,6	171,3
Puras C+G		30,4	167,9
Diferencia		1,2	3,4
Error estándar		0,77	4,1
Porcentaje de heterosis		3,9	2,0
Diferencias entre Razas Puras y Razas Híbridas			
Razas híbridas	5	34,1	181,8
Razas puras		28,9	162,4
Diferencia		5,2**	19,4**
Error estándar		0,28	1,6
Porcentaje de la diferencia		17,9	11,9

continúa.....

Cuadro 2 (continuación)

Contraste	Nº	Peso al nacer (kg)	Peso al destete (205 días) (kg)
Diferencias entre Razas Puras y Cruzas Triples			
Cruzadas triples	6	34,8	187,6
Razas puras		28,9	162,4
Diferencia		6,0**	25,2**
Error estándar		0,33	1,8
Porcentaje de la diferencia		20,4	15,5
Diferencias entre Cruzas Simples y Cruzas Triples			
Cruza simple	7	33,3	187,6
Cruza triple		34,8	175,7
Diferencia		- 1,5**	11,9
Error estándar		0,37	1,8
Porcentaje de la diferencia		4,5	6,8
Diferencias entre Razas Puras			
Brahman	8	28,4	161,2
Criollo		28,9	155,6
Diferencia		- 0,5	5,6
Error estándar		0,45	3,9
Porcentaje de la diferencia		1,8	3,6
Brahman	9	28,4	161,2
Santa Gertrudis		32,9	190,1
Diferencia		- 4,5**	- 28,1**
Error estándar		0,48	3,1
Porcentaje de la diferencia		15,8	17,9
Criollo	10	28,8	155,6
Santa Gertrudis		32,9	190,1
Diferencia		- 4,1**	- 34,5**
Error estándar		0,96	6,7
Porcentaje de la diferencia		14,2	22,2
Diferencias entre Cruzas Recíprocas (cruzadas simples)			
BC	11	36,2	179,8
CB		27,7	172,7
Diferencia		8,5**	7,1*
Error estándar		0,64	3,6
Porcentaje de la diferencia		30,7	4,6

continúa .....

Cuadro 2 (continuación)

Contraste	Nº	Peso al nacer (kg)	Peso al destete (205 días) (kg)
Diferencias entre Cruzas Recíprocas (cruzas simples)			
BG	12	36,1	175,7
GB		23,7	176,5
Diferencia		6,3**	- 0,8
Error estándar		0,86	4,6
Porcentaje de la diferencia		21,2	0,5
GC	13	30,1	175,7
CG		32,0	170,5
Diferencia		- 1,9	3,3
Error estándar		1,02	4,3
Porcentaje de la diferencia		6,3	1,9
Diferencias entre Cruzas Específicas (Cruzas Simples)			
B-C	14	33,4	177,5
B-G		34,1	175,9
Diferencia		- 0,7	1,6
Error estándar		0,69	8,5
Porcentaje de la diferencia		2,0	0,9
B-C	15	33,4	177,5
C-G		31,6	171,3
Diferencia		1,8**	6,2
Error estándar		0,62	6,3
Porcentaje de la diferencia		5,7	3,6
B-G	16	34,1	175,9
C-G		31,6	171,3
Diferencia		2,5**	4,6
Error estándar		0,71	3,1
Porcentaje de la diferencia		7,9	2,6
Diferencias entre Cruzas Recíprocas (Cruzas Triples) <sup>b/</sup>			
CH-BC	17	36,1	191,9
CH-CB		33,9	189,6
Diferencia		2,2**	2,3
Error estándar		0,59	3,1
Porcentaje de la diferencia		6,4	1,2

continúa .....

Cuadro 2 (continuación)

Contraste	Nº	Peso al nacer (kg)	Peso al destete (205 días) (kg)
Diferencias entre Cruzas Recíprocas (Cruzadas Triples) <sup>b/</sup>			
CH-BG	18	35,2	191,1
CH-GB		33,2	185,7
Diferencia		2,0*	5,4
Error estándar		0,94	4,1
Porcentaje de la diferencia		6,0	2,9
CH-GC	19	33,9	179,9
CH-CG		35,4	171,3
Diferencia		- 1,5	8,6*
Error estándar		1,05	5,4
Porcentaje de la diferencia		4,0	5,0
Diferencias entre Cruzas Específicas (Cruzadas Triples) <sup>b/</sup>			
CH.BC	20	35,0	190,7
CH.BG		34,5	189,4
Diferencia		0,5	1,3
Error estándar		0,52	2,4
Porcentaje de la diferencia		1,4	0,7
CH.B-C	21	35,0	190,7
CH.C-G		34,7	175,3
Diferencia		0,3	15,4**
Error estándar		0,52	2,7
Porcentaje de la diferencia		0,8	8,8
CH.B-G	22	34,5	189,4
CH.C-G		34,7	175,3
Diferencia		- 0,2	14,1**
Error estándar		0,72	3,3
Porcentaje de la diferencia		0,6	8,0

\*  $P < 0,05$ \*\*  $P < 0,01$ 

<sup>a/</sup> El porcentaje de heterosis fue calculado por comparación de los grupos raciales híbridos sobre el promedio de las razas puras.

<sup>b/</sup> Se evalúan los progenies tomando en cuenta el genotipo de la madre.

Cuadro 3. Comparaciones entre los nueve grupos raciales de madres para porcentajes de nacimientos (prueba de Duncan).

Grupo racial de la madre		GB	C	E	GC	SG	BG	CG	CB	BC
	$\bar{X}$	51,6	60,1	65,2	67,0	68,6	68,6	74,7	75,5	82,2
BC		*	*							
CB		*								
CG		*								
BG		*								
SG		*								
CG										
B										
C										
GB										

\*  $P < 0,05$

Cuadro 4. Comparaciones entre los nueve grupos raciales de madres para porcentajes de destete (prueba de Duncan).

Grupo racial de la madre	GB	C	B	GC	BC	SG	CG	CB	BC
	$\bar{X}$ 48,4	56,8	61,5	66,0	66,1	66,9	67,1	74,5	77,8
BC	*	*							
CB	*	*							
CG	*								
SG	*								
BG	*								
GC	*								
B									
C									
GB									

\*  $P < 0,05$

Cuadro 5. Comparaciones múltiples entre los grupos raciales de madres para kilogramos de becerro destetado por vaca expuesta a toro (prueba de Duncan).

---

1. Comparaciones entre los nueve grupos raciales de vacas

---

Grupo racial de la madre	GB	C	B	GC	CG	SG	BG	CB	BC
$\bar{X}$	92	102	103	117	119	120	126	148	156
BC	**	**	**	*	*	*			
CB	**	**	**	*	*				
BG	*								
SG	*								
CG	*								
GC									
B									
C									
GB									

---

2. Comparación entre madres de razas puras

---

<u>Grupos raciales</u>	<u>Diferencia</u>
B vs C	
103    102	1
SG vs B	
120    103	17
C vs SG	
102    126	24

---

3. Comparación entre madres de razas puras y madres híbridas

---

<u>Grupos raciales</u>	<u>Diferencia</u>
B, C y SG vs. BC, CB, BG, GB, GC, CG	
107                      128	21

---

continúa .....



Cuadro 5 (continuación)

## 4. Comparación entre madres de cruce recíproca

<u>Grupos raciales</u>		<u>Diferencia</u>
BC	vs. CB	
157	147	10
BG	vs. GB	
126	92	34*
CG	vs. GC	
118	117	1

## 5. Comparación entre madres híbridas de diferente combinación racial

<u>Grupos raciales</u>		<u>Diferencia</u>
B-C	vs. B-G	
152	109	41**
B-C	vs. G-C	
152	118	38*
G-C	vs. B-C	
118	109	9

## 6. Comparaciones entre madres híbridas de igual combinación racial y sus razas parentales

<u>Grupos raciales</u>		<u>Diferencia</u>
B+C	vs! B-C	
103	152	49**
B+SG	vs. B-G	
112	109	3
C+SG	vs. C-G	
107	118	11

\*  $P < 0,05$ \*\*  $P < 0,01$