

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

EVALUACION DEL POTENCIAL PRODUCTIVO DE LA  
RAZA ROMOSINUANO Y SU USO EN CRUZAMIENTOS  
PARA GANADO DE CARNE

TESIS SOMETIDA A LA CONSIDERACION DE LA COMISION DEL PROGRAMA CONJUNTO  
DE ESTUDIOS DE POSGRADO EN CIENCIAS AGRICOLAS Y RECURSOS NATURALES DE  
LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA Y EL CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE  
INVESTIGACION Y ENSEÑANZA PARA OPTAR AL GRADO DE :

*Magister Scientiae*

RAFAEL A. MOLINA SANCHEZ

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA  
TURRIALBA, COSTA RICA

1978

Esta tesis ha sido aceptada en su forma presente por  
la Comisión de Estudios de Posgrado del Programa  
Conjunto de la Universidad de Costa Rica y el  
Centro Agronómico Tropical de Investigación y  
Enseñanza, como requisito parcial para  
optar al grado de

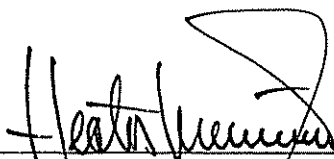
*Magister Scientiae*

JURADO:



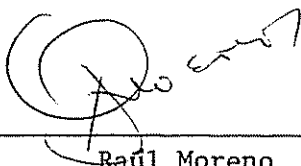
Oliver W. Deaton, Ph.D.

Profesor Consejero



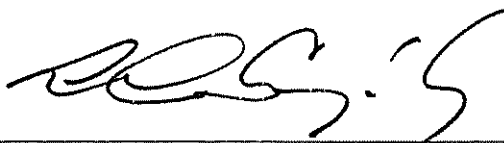
Héctor Muñoz C., Ph.D

Miembro del Comité



Raúl Moreno, Ph.D.

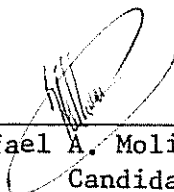
Miembro del Comité



Coordinador del Programa de Estudios de Posgrado  
en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales



Coordinador, Sistema de Estudios de Posgrado de  
la Universidad de Costa Rica



Rafael A. Molina Sánchez  
Candidato

DEDICATORIA

A mi esposa Mayra

A mis padres

A mis hermanos

## AGRADECIMIENTOS

El autor quiere dejar constancia de su agradecimiento:

Al Dr. Oliver W. Deaton, Profesor Consejero, por el estímulo, orientación y ayuda ofrecida durante mis estudios.

A los doctores Héctor Muñoz C. y Raúl Moreno por las valiosas sugerencias en la elaboración de este trabajo.

Al Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA y al Gobierno de Holanda, por el apoyo económico brindado.

A la Oficina de Planificación Sectorial Agropecuaria por las facilidades otorgadas.

A mi querida esposa por el permanente apoyo moral y ayuda, que me permitieron culminar mis estudios.

A las señoras Lilibiana Montero R. y Julieta Sanchún Z., por el esfuerzo realizado en la presentación de este documento.

A todas aquellas personas que en una u otra forma me brindaron su colaboración.

## BIOGRAFIA

El autor nació en la ciudad de San José, Costa Rica, en el año 1947.

Realizó sus estudios universitarios en la Facultad de Agronomía de la Universidad de Costa Rica, donde obtuvo el grado de Ingeniero Agrónomo Zootecnista, en el año 1973.

Durante el período 1972-1974 laboró en el Ministerio de Agricultura y Ganadería, desempeñando el cargo de Zootecnista del Centro Agrícola Regional de Limón.

En 1975 ingresó al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, para realizar estudios de posgrado en el Departamento de Ganadería Tropical, egresando en 1976. En noviembre de 1978 completó los requisitos para optar al grado de Magister Scientiae.

Desde noviembre de 1976, presta servicios en la Oficina de Planificación Sectorial Agropecuaria.

CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCION . . . . .	1
2. REVISION DE LITERATURA . . . . .	2
2.1. Principales medidas de reproducción. . . . .	2
2.2. Principales medidas de crecimiento . . . . .	4
2.3. Productividad neta . . . . .	9
2.4. Potencial de la raza Romosinuano para la producción de carne	10
3. MATERIALES Y METODOS . . . . .	13
3.1. Localización . . . . .	13
3.2. Desarrollo y manejo del hato . . . . .	13
3.3. Levantamiento de la información y métodos utilizados para el ajuste y análisis de los hatos . . . . .	14
3.3.1. Crecimiento. . . . .	15
3.3.2. Reproducción . . . . .	16
3.3.3. Índice de productividad neta . . . . .	17
3.3.4. Estimación de parámetros genéticos . . . . .	18
4. RESULTADOS Y DISCUSION . . . . .	21
4.1. Crecimiento: "Peso al destete". . . . .	21
4.2. Reproducción: "Índice de parición". . . . .	27
4.3. Productividad: "Producción de peso destetado por vaca". . .	29
5. RESUMEN Y CONCLUSIONES . . . . .	35
5a. SUMMARY AND CONCLUSIONS. . . . .	38
6. RECOMENDACIONES. . . . .	41
7. LITERATURA CITADA. . . . .	44
8. APENDICE . . . . .	50

LISTA DE CUADROS

Texto		
Cuadro N°		Página
1	Número de observaciones para diferentes características según grado de encaste Romosinuano. . . . .	15
2	Pesos al destete de diferentes grupos de ganado Romosinuano, según año y grado de encaste . . . . .	22
3	Análisis de varianza para peso al destete . . . . .	21
4	Análisis de varianza y componentes de varianza para estimar la heredabilidad del peso al destete. . . . .	25
5.	Índice de parición (IP) de diferentes grupos de hembras Romosinuano, según año y grado de encaste . . . . .	26
6	Análisis de varianza para índice de parición. . . . .	27
7	Análisis de varianza y componentes de varianza para estimar la heredabilidad del índice de parición . . . . .	28
8 a.	Promedios de producción de peso destetado por vaca (PDV), en diferentes grupos de vacas Romosinuano, según año y grado de encaste. . . . .	30

Texto

Cuadro N°

Página

8 b.	Kilogramos de becerro destetado por vaca expuesta a toro en diferentes grupos de vacas Romosinuano. Según año y grado de encaste. . . . .	31
9	Análisis de varianza para producción de peso destetado por vaca. . . . .	32
10	Análisis de varianza y componentes de varianza para estimar la repetibilidad de la producción de peso destetado por vaca. . . . .	34

APENDICE

1	Comparaciones múltiples entre grupos con diferente grado de encaste Romosinuano, para peso al destete. . . . .	51
---	--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura N°

1	I etapa: Generación $F_1$ . . . . .	42
2	II etapa: Dos razas en retrocruce . . . . .	42
3	II etapa: Tres razas en rotación. . . . .	42



## 1. INTRODUCCION

En algunos países latinoamericanos persisten pequeñas poblaciones, fenotípicamente variables de tipos de ganado Bos taurus, denominadas comúnmente como "criollos". Este ganado se caracteriza por su rusticidad y buena adaptación al medio tropical. Sin embargo, debido a su baja productividad, este material genético se ha ido reemplazando paulatinamente por razas cebuinas o europeas, mediante cruzamientos absorbentes. Esta situación no se justifica plenamente, ya que resultados de varias investigaciones demuestran que este tipo de ganado posee características biológicas particulares que lo hacen útil en programas de mejoramiento por cruzamientos.

En la actualidad se realizan esfuerzos por rescatar y preservar diversos núcleos de ganado criollo, con el objeto de poder seleccionarlos y determinar su capacidad productiva.

El objetivo principal de este trabajo es evaluar el potencial productivo de la raza Romosinuano, a través de las características de reproducción y crecimiento, en diferentes grados de encaste.

## 2. REVISION DE LITERATURA

Para evaluar adecuadamente el potencial productivo de una raza de carne en particular, es preciso conocer sus características de reproducción y crecimiento.

Tanto los aspectos de reproducción como los de crecimiento, están determinados por una serie de parámetros que son indicativos de la producción animal.

### 2.1. Principales medidas de reproducción

En el ganado para carne, el comportamiento reproductivo se ve afectado por causas de índole genético, fisiológico y ambiental.

La acción que ejercen dichos factores sobre el proceso reproductivo se refleja en algunas medidas relacionadas con la reproducción del ganado, tales como edad al primer parto, número de servicios por concepción, intervalo entre partos y el porcentaje de nacimientos.

Se considera que una de las medidas más prácticas y sencillas para medir la fertilidad del hato, es el porcentaje de nacimientos, el cual resulta ser el número de terneros nacidos por cada 100 vacas expuestas a toro.

El porcentaje de nacimientos está afectado por factores fisiológicos (edad de la madre, lactancia, condición corporal); climáticos (precipitación, época del año, temperatura); nutricionales (proteína, energía, minerales); sanitarios (brucelosis, vibriosis, tricomoniasis), así como otros factores de manejo (21,54). En zonas templadas se han alcanzado porcentajes superiores a 94%, mientras que en las zonas tropicales se observan valores que varían entre 35 y 60% (43). Esta situación puede explicarse en base a las deficiencias nutricionales que comúnmente se encuentran en el trópico,

como consecuencia de la estacionalidad en la producción de forraje. Otro de los aspectos que podría estar influyendo, es el predominio de grandes núcleos de animales de origen cebuino, los cuales han demostrado tener tasas de natalidad inferiores, si se les compara con otras razas (44). A esta situación, hay que agregar el hecho de que las medidas de sanidad y manejo que se emplean en estas latitudes son mínimas.

En la literatura los valores de heredabilidad que se reportan para esta característica son muy escasos, existiendo discrepancia entre ellos (7,13,51). Sin embargo, por ser un rasgo reproductivo, podría esperarse que su heredabilidad sea baja (44).

Debido a los bajos índices de herencia, que por lo general presentan las características reproductivas, se ha comprobado que su mejoramiento a través de la selección es poco favorable. Por el contrario, las mismas han mostrado una mayor respuesta al cruzamiento. En efecto, en programas de cruzamientos entre diferentes razas Bos taurus y Bos indicus, se ha determinado que las novillas cruzadas pueden alcanzar la pubertad a una edad entre 9 y 11% más temprano que las puras (27,33). También se han encontrado valores de heterosis entre 10 y 19% para porcentaje de preñez (35) y de 4 a 19% para el porcentaje de nacimientos (52).

Estos resultados demuestran la ventaja del cruzamiento como medio para mejorar la baja eficiencia reproductiva del ganado tropical. Sin embargo, se debe tener presente que para obtener tales ventajas es preciso escoger el tipo de madres híbridas que se vayan a utilizar en un determinado plan de cruzamientos, puesto que existen diferencias en reproducción, entre los cruces recíprocos (6,36). Al respecto, Peralta (36) al comparar hembras

híbridas provenientes de diferentes cruces entre las razas Brahman, Santa Gertrudis y Criollo, encontró que las vacas Brahman-Criollo 1/, Brahman-Santa Gertrudis 1/ y Criollo-Santa Gertrudis 1/, presentaron mayores porcentajes de nacimiento y destete, comparadas con sus respectivos cruces recíprocos. Además, se determinó que las madres Brahman-Criollo mostraron los más altos porcentajes de nacimiento (82%) y de destete (78%), de todos los grupos considerados.

## 2.2. Principales medidas de crecimiento

El crecimiento animal es un fenómeno complejo, cuyo potencial está determinado por factores genéticos, mientras la expresión de este potencial depende del ambiente y su interacción con el genotipo (44). El ciclo de crecimiento ha sido clasificado en dos etapas: una prenatal y otra postnatal; esta última se subdivide en una fase predestete y otra posdestete (15).

La primera etapa de crecimiento, entre la concepción y el nacimiento, se mide por el peso al nacer. En la segunda etapa, la fase inicial (nacimiento-destete) se evalúa por el peso al destete. Estas dos medidas expresan en gran parte el componente ambiental, ya que el animal depende durante este período de la madre. En la fase final del crecimiento (posdestete), las diferencias genéticas entre los animales se manifiestan en mayor grado, puesto que la expresión genotípica no es enmascarada por efectos maternos (43). Por ello es que las medidas utilizadas, tales como ganancia de peso posdestete, así como los pesos al año, año y medio o dos años, son de enorme importancia en la producción animal.

Se considera que el peso al destete es uno de los rasgos económicos más valiosos en la producción de carne, debido a que es el reflejo de

---

1/ La raza del padre primero.

la potencialidad genética del animal para crecer y de la habilidad materna.

Entre los principales factores que afectan el peso al destete, se encuentran: edad de la madre, raza, sexo y en menor escala el peso al nacer.

La edad de la madre influye positivamente sobre esta característica, estableciéndose el hecho de que los terneros más livianos al destete, provienen de vacas de dos, tres y cuatro años de edad. El peso de los terneros aumenta gradualmente con la edad de la madre, hasta una edad máxima que oscila entre 6 y 7 años; de aquí en adelante el peso comienza a declinar nuevamente (29,47). La estrecha relación existente entre el peso del ternero al destete y la edad de la madre se explica porque la producción de leche de la madre aumenta con la edad (23).

La raza del ganado influye en cuanto a la habilidad para producir terneros más o menos pesados bajo ciertas condiciones ambientales; en muchos casos los efectos de raza también están ligados a la producción de leche materna.

Sin embargo, el total de diferencias entre razas es menos importante que los efectos dentro de una raza atribuidas al semental, ya que éstos verdaderamente reflejan diferencias genéticas para el crecimiento, las cuales no pueden confundirse con las ambientales (44). Al respecto, Muñoz y Martín (30) encontraron que los terneros más pesados eran aquellos cuyas madres eran Santa Gertrudis y Criollas, empadradas con toros Brahman. La existencia de diferencias en potencial de crecimiento, entre grupos de diferentes razas paternas, ha sido confirmada por otros autores (10,11,20).

El sexo es un factor muy importante que afecta el peso al destete; los machos superan aproximadamente en un diez por ciento, al peso de las hembras (4, 8, 34, 44).

El peso al nacer, ejerce un efecto significativo sobre el peso al destete, pero la relación no es muy estrecha. Algunos investigadores (45, 48) han encontrado que los terneros más pesados al nacer, generalmente son más pesados al destete y después del destete. Sin embargo, este hecho es de poca utilidad práctica, como indicador en el proceso de selección, por los problemas que se pueden presentar durante el parto, con crías muy pesadas (25, 26).

Los resultados de varias investigaciones indican que el índice de herencia para peso al destete oscila entre 0,25 y 0,35, considerándose como una característica de mediana heredabilidad (44). Aunque los factores ambientales influyen de manera importante sobre esta medida, se estima que es una característica muy útil en el proceso de selección.

La mayoría de las características de crecimiento, muestran valores que van de mediana a alta heredabilidad, lo cual indica la posibilidad de realizar mejoramiento mediante selección. Con la utilización de cruzamientos, también se han logrado resultados favorables. Es así como en las regiones tropicales se han logrado alcanzar niveles de heterosis que van del 5 al 16%, mediante cruces del ganado Brahman con razas europeas para carne o con los tipos "criollos" (30, 36, 41, 42).

Observaciones realizadas en Venezuela (3, 14, 40, 41) muestran que becerros F<sub>1</sub> de vacas Criollas y toros Brahman y Santa Gertrudis, así como de vacas Brahman cruzadas con toros de las razas Charolais, Red Poll y Pardo

Suizo, superan en 11, 10 y 14% respectivamente, los pesos al nacer, al destete y a los 18 meses de los becerros Criollos y Brahman puros. Resultados similares se han registrado en Costa Rica (30), donde se lograron niveles de heterosis de 7,6, 10,6 y 12,3% en los pesos al nacer, al destete y a los 13 meses, en cruzamientos de Brahman por Criollo.

Estos resultados se explican en función de la diversidad genética existente entre las razas utilizadas (12, 19, 32).

Se ha comprobado que la manifestación del vigor híbrido varía de acuerdo al tipo de cruzamiento (30). Esta variabilidad en los distintos tipos de cruce, se debe principalmente a la habilidad de combinarse una raza con otra y a la habilidad materna de las razas involucradas (32, 36, 37).

La capacidad de combinarse una raza con otra, se manifiesta en los pesos y en el grado de heterosis logrado en el cruce. Varios autores (28, 30, 36, 37) han encontrado que la raza Brahman presenta una gran habilidad combinatoria para cruzarse con Criollo y con la Santa Gertrudis, mientras que el cruce Santa Gertrudis y Criollo presenta poca habilidad. Al respecto, Muñoz y Martín (30) observaron que la raza Brahman al ser cruzada con la raza Criolla y la Santa Gertrudis, producían los mayores pesos antes y después del destete, así como los mejores porcentajes de heterosis para las diferentes medidas de crecimiento; por el contrario, en el cruce Criollo por Santa Gertrudis se observaron los menores pesos y porcentajes aludidos. Estos resultados demuestran claramente la mayor capacidad de una raza para combinarse con otras.

La habilidad materna de las razas empleadas en el cruzamiento, se expresa en la capacidad de la madre para producir leche y cuidar su ternero,

lo cual contribuye a aumentar la expresión del vigor híbrido. Dicha capacidad está estrechamente asociada con mejores tasas de crecimiento predestete y mayores pesos al destete. Esto fue comprobado por Muñoz y Martín (30) quienes indicaron que en cruces donde se utilizaban las razas Criollo y Santa Gertrudis, como madres, se producían los terneros más pesados al nacer y al destete, conservándose esta ventaja hasta los 13 meses de edad. Por el contrario, en los cruces donde intervino la Brahman como raza materna, los terneros fueron menos pesados, independientemente de la raza que interviniera en el cruce. La ventaja demostrada por las madres Criollas y Santa Gertrudis, señalan una mayor habilidad materna, comparada con la de las madres Brahman.

Se ha encontrado que la habilidad materna puede incrementarse mediante los cruzamientos, favoreciendo aún más las características de crecimiento (22). Este efecto de heterosis materna se refleja en una producción de leche mayor y más persistente de las vacas híbridas en comparación con las de raza pura (9). Consecuentemente se obtendrán becerros más pesados y con mejores tasas de crecimiento. Esto ha sido comprobado por Peralta (36), quien determinó que becerros provenientes de madres híbridas  $F_1$ , cruzadas con todos Charolais, superaron en 11,9 kg. a aquellos terneros cuya madre era de raza pura, que tuvieron un peso promedio al destete de 175,7 kg.

Las evidencias acumuladas hasta el presente, permiten concluir que con la utilización del vigor híbrido, se puede alcanzar mayor productividad dentro de un sistema de producción de carne. Este vigor tendrá su máxima expresión si se seleccionan las razas por su capacidad combinatoria y por su aptitud materna.



2.3. Productividad neta

El valor real de una raza en particular, no está definido exclusivamente por su potencial de crecimiento, sino que también hay que considerar su capacidad reproductiva. Una de las medidas que cumple con este requisito es la cantidad de kilogramos de becerro destetado por vaca expuesta a toro (KBDVET), la cual evalúa eficazmente la productividad de un hato (31). Esta medida combina el potencial de crecimiento del animal (peso al destete) y el comportamiento reproductivo de las madres (porcentaje de becerros destetados). Se han encontrado diferencias en cuanto a la cantidad de kilos de becerro destetado por vaca expuesta a toro cuando se han comparado diferentes grupos raciales, (23, 28, 36, 38). Estas diferencias se explican como el resultado de un bajo comportamiento reproductivo o de un crecimiento lento del grupo racial considerado.

Se considera que al combinar las ventajas obtenidas mediante el cruzamiento para las características de reproducción y crecimiento, la productividad neta puede mejorar notablemente. En base a los datos provenientes de programas de cruzamientos realizados en América Latina, se demuestra que la productividad por vaca puede aumentarse entre 25 y 50 por ciento, debido al mejoramiento en los rasgos de crecimiento y reproducción. En efecto, en un estudio (36) donde se compararon las madres híbridas provenientes de todos los cruces posibles de las razas Brahman, Criollo y Santa Gertrudis, se determinó que las hembras Brahman-Criollo superaron en 47.6% a las razas parentales, en su productividad neta (KBDVET).

#### 2.4. Potencial de la raza Romosinuano para la producción de carne

El ganado Romosinuano, es una raza "criolla", originaria del Valle del Sinú, Colombia. Se caracteriza por carecer de cuernos; el color de su pelaje varía de amarillo claro (bayo) hasta el rojo (mono). Su piel es gruesa, cubierta con pelo escaso, corto, brillante y grasoso. Su cuerpo es cilíndrico, de tamaño mediano y de gran musculosidad (18).

Las principales características de esta raza son: su adaptabilidad al medio, alta fertilidad, longevidad, rusticidad y mansedumbre; sin embargo es de lento crecimiento. Ha demostrado tener buena habilidad combinatoria con razas europeas o con el Cebú (18).

Al respecto, se ha podido observar que esta raza presenta intervalos entre partos que varían entre 374 y 377 días (18, 46, 49). Este índice, está muy cerca del nivel óptimo de producción de una hembra, que resulta ser de un ternero por año; esto es indicativo del potencial del ganado Romosinuano como productor de carne.

Se ha constatado que el Romosinuano presenta altos porcentajes de nacimiento y destete. Numerosas investigaciones (18, 23, 28, 46, 49), reportan porcentajes de parición que oscilan entre 82 y 90%, así como porcentajes de destete que varían entre 77% y 84%. Estos resultados indican claramente las ventajas que ofrece esta raza, para el mejoramiento de las características reproductivas de los hatos tropicales. Investigaciones realizadas en Colombia (18), demostraron que el porcentaje de natalidad de la raza Romosinuano (81.6%), superó en 8,3% al presentado por la raza Cebú (73,3%). Los toros Romosinuano apareados con vacas Cebú y los toros Romosinuano apareados con vacas híbridas Cebú x Romosinuano, también superaron

al Cebú en el porcentaje de natalidad, en 4.1% y 9.5% respectivamente. Los datos anteriores sugieren que el mejor comportamiento reproductivo del Romosinuano, en relación al Cebú, se debe tanto al toro como a la vaca Romosinuano, ya que al aparear vacas Cebú con toro Romosinuano, se mejora la fertilidad en relación con el Cebú puro, y al aparear vacas híbridas F<sub>1</sub> con toro Romosinuano, se logra el máximo de natalidad (18). Resultados semejantes se han encontrado al destete, donde los bajos porcentajes presentados por el Cebú (68.1%), han sido superados en un 9,5%.

Los estudios realizados evidencian claramente altos niveles de heterosis, al cruzar el Romosinuano con el Brahman o el Charolais (17, 49). En un ensayo (17) donde se compararon todas las combinaciones posibles de toros Romosinuano, Cebú y Charolais, con vacas Romosinuano, Cebú, Cebú-Romosinuano y su recíproco, se encontró que los híbridos Cebú-Romosinuano y viceversa, presentaron niveles de heterosis sobre el promedio de los padres de 4,7% en peso al nacer, 14,7% en ganancia predestete, 13,1% en peso al destete, 22,7% en ganancia posdestete y 16,7% en peso a los 18 meses.

En este mismo estudio se encontró que las más altas producciones al destete se presentaron en los cruzamientos entre vacas híbridas F<sub>1</sub> Cebú-Romo con toro Charolais 1/ (243 kg), Romo-Cebú con toro Cebú 2/ (216 kg) y Cebú-Romo con toro Romosinuano 2/ (214 kg). Sin embargo, al evaluar el peso a los 18 meses, los cruces simples Cebú x Romo 3/ (326 kg), Romo x Cebú (306 kg), junto con la raza triple Charolais x Cebú-Romo 3/ (319 kg) resultaron ser los mejores.

---

1/ Cruza triple.

2/ Retrocruce.

3/ La raza del padre primero.

Los resultados de esta investigación indican que el máximo vigor híbrido en el cruce de dos razas se obtiene en el primer cruzamiento de ellas. Además, se nota que con el empleo de una tercera raza, para producir la triple cruza, es posible recuperar el vigor híbrido perdido en los retrocruces.

El potencial de uso de la raza Romosinuano en los cruzamientos se puede evaluar mejor a través de un índice de productividad, tal como los kilos de carne destetados por vaca apareada. Al respecto, se determinó (18) que el cruce de vacas híbridas Cebú-Romo apareadas con toro Romo, presentó el mejor índice de productivas (166 kg/vaca) el cual superó en 23 por ciento al promedio de las razas puras. Sin embargo, esta superioridad no se mantuvo al considerar la productividad a los 18 meses, resultando superior el cruce simple de toros Romo y vacas Cebú con una productividad de 225 kg. de carne al destete por vaca apareada, la cual superó al promedio de las razas puras en un 17%.

El cambio ocurrido en los diferentes grupos, con relación a la productividad, se debe a la disminución de peso corporal del 3/4 Romo 1/4 Cebú, con relación al media sangre, a los 18 meses.

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Localización

Este estudio se realizó empleando los datos provenientes de los registros del hato Romosinuano, de la Estación Experimental Ganadera del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), localizada en Turrialba, Costa Rica ( $9^{\circ} 55'$  latitud norte y  $83^{\circ} 39'$  longitud oeste). Presenta una elevación de 602 m.s.n.m. y una temperatura media anual de  $22,3^{\circ}\text{C}$ , con una media máxima de  $27^{\circ}\text{C}$  y una media mínima de  $17,6^{\circ}\text{C}$ . La precipitación pluvial es de 2.609 mm. anuales, distribuidos casi uniformemente durante todo el año. La humedad relativa presenta un promedio de 87%.

#### 3.2. Desarrollo y manejo del hato

El hato en estudio se originó en 1958, casi exclusivamente de los descendientes de dos toros Romosinuano, importados de Estados Unidos y Jamaica. Como vientres se utilizaron hembras Brangus, Criollo lechero, así como vacas Romosinuano. Posteriormente, en 1965 se importaron dos toros y seis novillas más, con el objeto de aumentar el número de animales disponibles. En esta fase inicial se empleó un programa de cruzamiento absorvente, hasta obtener animales  $7/8$  Romo. A partir de 1969, con el objeto de evitar problemas de consanguinidad, se procedió a inseminar algunas vacas cuyo grado de encaste variaba entre  $1/2$  y  $7/8$  Romo, con semen de las razas Charolais y Angus Rojo. Los productos de estos cruces se seleccionaron, para efectuar luego retrocruces con toros Romosinuano.

En los años posteriores, se utilizó un plan de cruzamiento similar, empleando además semen de las razas Holstein Rojo, Rojo Danés y South Devon, sobre hembras híbridas Romosinuano, para luego realizar el retrocruce y así sucesivamente, procurando mantener bajo el nivel de consanguinidad.

Durante el período estudiado, el hato recibió un manejo similar. El empadre se efectuó todos los años, durante los meses de abril, mayo y junio. Tres meses después de concluir el período de monta, se realizó un diagnóstico de preñez, mediante la técnica de palpación rectal, lo cual se utilizó como criterio para efectuar la selección y eliminar algunas vacas o novillas que no quedaron preñadas durante la época de empadre. Las novillas fueron cubiertas entre los 21 y 27 meses de edad. Las edades de las vacas variaron entre los 3 y 12 años.

Los becerros nacieron durante los meses de enero, febrero y marzo. Después del nacimiento y hasta el destete, los terneros permanecieron junto a sus madres, pastando en potreros de las especies Estrella africana - (Cynodon nlemfuensis), Guinea (Panicum maximun), Calingüero (Melinis minu-  
tiflora) y Gamalote (Paspalum fasciculatum).

Durante este período, los terneros tuvieron libre acceso a sal y harina de hueso; además recibieron tratamiento contra parásitos internos y externos.

### 3.3. Levantamiento de la información y métodos utilizados para el ajuste y análisis de los datos

La descripción del material genético estudiado, así con el número de progenies acerca de las cuales se realizó el estudio, se presenta en el Cuadro 1.

CUADRO 1

Número de observaciones para diferentes características según grado de encaste Romosinuano

Grado de encaste Romosinuano <u>1/</u>	Características			
	Peso al destete (n)	Vacas en empadre (n)	Terneros nacidos (n)	Peso destetado por vaca (n)
2/8	20	14	9	6
3/8	137	37	24	11
4/8	169	219	181	157
5/8	48	2	1	1
6/8	160	226	185	163
7/8	79	49	39	30
8/8 (puro)	18	47	34	33
Total	631	594	473	401

1/ La fracción señalada indica el límite superior de la clase.  
(n) número de observaciones.

### 3.3.1. Crecimiento

Como medida de crecimiento se tomaron los pesos al destete (P.D.) acumulados entre 1959 y 1975.

El número de observaciones según grado de encaste, se presenta en el Cuadro 1.

Los datos originales se ajustaron en base a una edad común (210 días) mediante regresión lineal simple. Además se realizaron ajustes por sexo (machos) y por edad de la madre (vaca adulta).

Con los datos ajustados, se realizó un análisis de varianza para estimar los efectos de año (A), grado de encaste (R) y su interacción (A x R). Para ello se utilizó el método del cuadrado ponderado de los promedios (50) por existir desigual número de observaciones en las subclases.

El modelo matemático empleado en la estimación de los efectos principales, es el siguiente:

$$Y_{ijk} = u + A_i + R_j + AR_{ij} + E_{ijk} \quad ((1))$$

donde:

$Y_{ijk}$  = peso al destete del ternero "k", en el año "i",  
del grado de encaste "j"

$u$  = media general

$A_i$  = efecto del año

$R_j$  = efecto del grado de encaste Romosinuano

$AR_{ij}$  = efecto del grado de encaste "j" en el año "i"

$E_{ijk}$  = efecto residual (error)

En aquellos casos, donde el efecto de "grado de encaste" resultó significativo, se utilizó la prueba de rango múltiple de Duncan (50), para realizar la discriminación de medias en los diferentes grados de encaste. Este criterio también se aplicó en las otras características estudiadas.

### 3.3.2. Reproducción

Se analizó la información acumulada entre 1960 y 1974, sobre 594 empadres y 473 nacimientos (Cuadro 1). En base a esto se determinaron los respectivos índices de parición (IP), los cuales sirvieron de base para estimar los efectos de año de empadre (A), grado de encaste (R) y su



interacción (A x R).. En este análisis también se utilizó el método del cuadrado ponderado de los promedios.

El modelo matemático utilizado, para estimar los efectos principales fue el siguiente:

$$X_{ijk} = u + A_i + R_j + AR_{ij} + E_{ijk} \quad ((2))$$

donde:

$X_{ijk}$  = índice de parición de la vaca "k", en el año "i", del grupo racial "j".

Los demás componentes son iguales a los descritos en el modelo ((1)).

### 3.3.3. Índice de productividad neta

Como medida de productividad se utilizó "la producción promedio de peso destetado por vaca" (P.D.V.). Esta medida es el resultado de la relación entre el total de kilos de peso destetado, producido durante el lapso de permanencia de la vaca dentro del hato, y el número de becerros destetados durante ese mismo lapso. Hay que tener presente que este parámetro no es un indicador de reproducción, pues únicamente incluye la información de vacas con terneros destetados, sin considerar las que no parieron. En el presente caso, para las vacas que aún permanecen en el hato, esta medida está sujeta a modificación, con el aporte de datos posteriores.

Para el análisis de este parámetro, se tomaron 401 observaciones acumuladas entre 1962 y 1975 (Cuadro 1). Con los datos de "producción de peso destetado por vaca" se realizó un análisis de varianza para estimar los efectos de años (A), grado de entaste (R) y su interacción (A x R).

Al igual que los casos anteriores se aplicó el método del cuadrado ponderado de los promedios. El modelo matemático utilizado, fue el siguiente:

$$Z_{ijk} = u + A_i + R_j + AR_{ij} + E_{ijk} \quad ((3))$$

donde:

$Z_{ijk}$  = producción de peso destetado por la vaca "k", en el año "i", del grado de encaste "j".

Los demás componentes son iguales a los descritos en el modelo ((1)).

En el análisis estadístico de las características mencionadas únicamente se tomó en cuenta la información recopilada entre 1970 y 1975, por existir mucha desproporción entre el número de observaciones por año y por grupo racial antes de 1970. Además, de la información considerada, se excluyó la de aquellos grupos raciales que tuvieran un número insuficiente de observaciones por subclase. Específicamente en "peso al destete", no se consideró la información de los grupos que tuvieran veinte o menos observaciones; para el "índice de parición" se eliminó el grupo 5/8 Romo por poseer solamente dos datos y en cuanto al "peso destetado por vaca" se excluyó la información de los grupos que tuvieran once o menos observaciones.

#### 3.3.4. Estimación de parámetros genéticos

Se calcularon heredabilidades ( $h^2$ ) para todas las características consideradas. Para peso al destete e índice de parición, la estimación de las heredabilidades se efectuó mediante el método de descomposición de los componentes de varianza (2). En ambos casos, para estimar los componentes de varianza, se usó el siguiente modelo:

$$X_{ij} \text{ o } Y_{ij} = u + P_i + E_{ij} \quad ((4))$$

donde:

$X_{ij}$  o  $Y_{ij}$  = cualquier observación del animal "j" del padre "i"

$u$  = media general

$P_i$  = efecto del padre

$E_{ij}$  = efecto residual

La heredabilidad se calculó en base a la siguiente relación:

$$h^2 = \frac{4\sigma_p^2}{\sigma_p^2 + \sigma_o^2}$$

donde:

$\sigma_p^2$  = componente de varianza de padres

$\sigma_o^2$  = componente de varianza residual

La estimación de la heredabilidad ( $h^2$ ) de la producción de peso destetado por vaca, se realizó mediante regresión lineal simple, de la producción de peso destetado por las hijas, en función de la producción de peso destetado por las madres. En este caso la heredabilidad resulta ser igual a dos veces el coeficiente de regresión calculado, esto es:  $h^2 = 2 b$ .

Para esta misma característica se hizo un estimado del índice de constancia o repetibilidad (R), en base al método de estimación de componentes de varianza; el modelo empleado fue el siguiente:

$$Z_{ijk} = u + P_i + V_{ij} + E_{ijk} \quad ((5))$$

donde:

$Z_{ijk}$  = cualquier observación (progenie) "k", de la vaca "j" y del padre "i"

u = media general

Pi = efecto del padre "i"

Vij = efecto de la vaca "j" dentro del padre "i"

Eijk = efecto residual de observaciones.

La repetibilidad se calcula mediante la relación:

$$R = \frac{\sigma^2_v}{\sigma^2_v + \sigma^2_e}$$

donde:

$\sigma^2_v$  = componente de varianza de vacas

$\sigma^2_e$  = componente de varianza residual (progenies)

Para cada uno de los parámetros genéticos mencionados, se calculó su respectivo error estandar, de acuerdo a la metodología descrita por Becker (2) para cada caso específico.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION

La presentación y discusión de los resultados, se realiza de la siguiente forma:

- 1) Los que se refieren a crecimiento: "peso al destete";
- 2) los asociados con el comportamiento reproductivo: "índice de parición"; y
- 3) los relacionados con la productividad: "producción de peso destetado por vaca".

Además en cada uno de los aspectos señalados se incluyen los parámetros genéticos estimados para cada característica en particular.

##### 4.1. Crecimiento: "peso al destete"

Los promedios de peso al destete observados por año y grado de encaste se presentan en el Cuadro 2. Para esta característica, se observó un promedio general de 163,1 kg. al destete.

El análisis de varianza de peso al destete, para estimar los efectos de año, grado de encaste e interacción año x grado de encaste, se muestra en el cuadro 3.

CUADRO 3  
Análisis de varianza para peso al destete  
(cuadrado ponderado de los promedios)

Fuente de variación	G.L.	Cuadrado medio
Año	5	2.495 **
Encaste	4	4.479 **
Año x Encaste	20	2.190 **
Error	312	675
Total	341	---

\*\*  $P \leq 0,01$

CUADRO 2

Pesos al destete 1/ de diferentes grupos de ganado Romosinuano  
Según: Año y Grado de encaste

Año	Grado de Encaste Romosinuano												Y por año					
	3/8			4/8			5/8			6/8			7/8			n	P.D. (kg)	d.e.
	n	P.D. (kg)	d.e.	n	P.D. (kg)	d.e.	n	P.D. (kg)	d.e.	n	P.D. (kg)	d.e.	n	P.D. (kg)	d.e.			
1970	11	190,4	30,6	2	220,0	8,5	4	171,0	52,2	3	123,0	58,8	1	225,0	0,0	21	181,5	45,3
1971	21	153,8	19,5	17	163,0	19,1	6	151,8	18,8	8	146,8	23,8	2	138,0	1,4	54	154,9	20,1
1972	17	161,5	29,8	31	168,3	21,1	4	159,5	13,8	3	175,0	7,5	5	137,8	22,2	60	163,6	24,3
1973	14	161,1	43,3	19	169,7	28,1	7	149,3	46,9	17	161,8	30,3	11	140,4	24,0	68	159,1	34,4
1974	51	177,1	27,7	10	171,6	10,3	6	174,8	15,2	7	157,1	23,9	5	151,6	13,0	79	172,8	25,2
1975	19	170,8	18,9	5	173,6	14,0	21	150,9	20,0	9	147,4	16,9	6	117,2	21,2	60	155,2	24,6
Y por encaste	133	170,0	29,6	84	169,5	22,3	48	156,1	28,0	47	154,1	28,6	30	139,8	27,4	342	163,1	28,0

n = N° de observaciones

d.e. = Desviación estandar

1/ Ajustados por edad, sexo y edad de la madre.

El año tuvo un efecto altamente significativo ( $p \leq 0.01$ ) sobre el peso al destete, el cual osciló entre 154,9 y 181,5 Kg.

Este efecto indica las variaciones de esta medida por causa de las diferentes condiciones ambientales, calidad y disponibilidad de nutrientes así como por manejo del hato, cuya forma de acción varía de un año a otro. Sin embargo, en el presente caso este efecto pierde importancia ya que no fue posible separar estadísticamente la acción de esos agentes ambientales.

Las diferencias en peso al destete de los diversos grados de encaste analizados, resultaron ser altamente significativas ( $p \leq 0,01$ ).

Los animales cuyo encaste era 7/8 Romosinuano presentaron los menores pesos al destete ( $p \leq 0,01$ ), con un promedio de 139,8 Kg. Los mayores pesos ( $p \leq 0,01$ ), se observaron en terneros 3/8 y 4/8 Romosinuano, con pesos promedio de 170,0 y 169,5 kg. respectivamente. Animales 5/8 y 6/8 Romosinuano, ocuparon una posición intermedia, con 156,1 y 154,1 Kg. respectivamente (Cuadro 1 apéndice).

Estos pesos pueden compararse con los datos de Hernández (17), el cual al trabajar con animales cuyo grado de encaste variaba entre 1/4 y 3/4 Romosinuano y con una edad al destete de 270 días, encontró pesos que oscilaban entre 210 y 216 Kg. Considerando que los 60 días adicionales en edad al destete que tuvieron estos animales les permitieron obtener una ventaja de 39-41 Kg; esto implica que si los datos mencionados se ajustaran a 210 días, que es la base usada en este trabajo, los pesos al destete estarían entre 170 y 174 Kg, los cuales en promedio, son superiores a los encontrados en la presente investigación.

Los resultados demuestran que conforme aumenta el grado de encaste Romosinuano, el peso al destete se reduce significativamente ( $p \leq 0,01$ ), de tal forma que los pesos producidos por animales 7/8 Romosinuano, resultan semejantes a los observados por otros autores al estudiar hatos puros de la misma raza (28, 46, 49).

Estos bajos pesos al destete pueden explicarse en función del desarrollo mismo de este hato Romosinuano, en el cual, han tenido gran participación razas tales como el "criollo lechero" y el Angus, de tamaño pequeño y pesos bajos, produciendo así efectos aditivos poco favorables. También debe tomarse en cuenta los efectos consanguíneos en el desarrollo de este hato 1/, cuya acción no es favorable. Otro de los factores a considerar, es el lento crecimiento que presenta el Romosinuano (1,18) en su estado puro.

La interacción año x grado de encaste también resultó ser una fuente de variación significativa para el peso al destete (Cuadro 3). Los promedios de peso para los diferentes grados de encaste, demuestran que el comportamiento de los grupos fue diferente en cada uno de los años considerados (Cuadro 2). Sin embargo, debido a la gran variabilidad de los datos, no hay evidencia acerca de la superioridad de un determinado grado de encaste con respecto a otro, en un período dado.

---

1/ Ver Sección 3.2.



El análisis de varianza para estimar la heredabilidad del peso al destete se observa en el Cuadro 4.

CUADRO 4

Análisis de varianza y componentes de varianza para estimar la heredabilidad del peso al destete

Fuente de variación	G.L.	Cuadrado medio	Cuadrado medio esperado
Entre toros <u>1/</u>	13	3.744	$\sigma_e^2 + k \sigma_p^2$
Progenie dentro de toros	520	809	$\sigma_e^2$
Total	533		

1/ Únicamente toros Romosinuano.

donde:

$$\sigma_e^2 = 809; \quad \sigma_p^2 = 81,46 \quad ; \quad k = 36,03$$

$$h^2 = \frac{4 (81,46)}{81,46 + 809} = 0,366 \pm 0,17$$

El estimado de heredabilidad ( $h^2$ ) para esta característica resultó ser igual a  $0,37 \pm 0,17$ . Ese valor es semejante al encontrado por Bailon (1) en ganado Romosinuano 2/ y está dentro de los límites reportados por otros autores (43, 44), que han trabajado con razas diferentes.

La amplia variación genética, encontrada, indica la posibilidad de mejorar dicha característica mediante selección.

---

2/ Para peso ajustado a 180 días.

CUADRO 5

Índice de parición (I.P.) de diferentes grupos de hembras Romosinuano según: año y grado de encaste

AÑO	Grado de encaste Romosinuano												X̄ por año								
	2/8			3/8			4/8			6/8			7/8			8/8					
	n	I.P.	d.e.	n	I.P.	d.e.	n	I.P.	d.e.	n	I.P.	d.e.	n	I.P.	d.e.	n	I.P.	d.e.	n	I.P.	d.e.
1971	2	1,00	0,00	4	1,00	0,00	11	0,55	0,52	33	0,67	0,48	11	0,64	0,50	4	0,75	0,50	65	0,68	0,47
1972	4	0,50	0,58	7	0,71	0,49	9	0,78	0,44	32	0,69	0,47	10	0,80	0,42	4	0,75	0,50	66	0,71	0,46
1973	4	0,25	0,50	14	0,64	0,50	18	0,72	0,46	26	0,88	0,33	10	1,00	0,00	5	0,80	0,45	77	0,78	0,42
1974	4	1,00	0,00	12	0,50	0,52	17	0,59	0,51	24	0,83	0,38	9	0,67	0,50	5	0,60	0,55	71	0,69	0,47
X̄ por encaste	14	0,64	0,50	37	0,65	0,48	55	0,65	0,48	115	0,76	0,43	40	0,78	0,42	18	0,72	0,46	279	0,72	0,45

n = N° observaciones

d.e. = desviación estandar

4.2. Reproducción: "índice de parición"

Durante el período 1971-1974, se acumularon datos de 279 empadres y 200 nacimientos.

El índice de parición promedio para cada uno de los años y grados de encaste considerados, se muestran en el Cuadro 5. Se determinó que el promedio de parición general es 0,72, el cual se haya dentro de la amplitud de valores determinada por otros autores (18, 23, 28, 46), variando entre 0,72 y 0,88. El valor observado se considera satisfactorio, si se toma en cuenta que en el trópico latinoamericano se encuentran índices de parición que oscilan entre 0,35 y 0,60 (43).

El análisis de varianza para estimar los efectos de año, grado de encaste y la interacción año x grado de encaste, se presenta en el Cuadro 6.

CUADRO 6

Análisis de varianza para índice de parición  
(cuadrado ponderado de los promedios)

Fuente de variación	G.L.	Cuadrado medio
Año empadre	3	0,04 n.s
Encaste	5	0,10 n.s
Año x Encaste	15	0,29 n.s
Error	255	0,20
Total	278	

n.s. = no significativo

No se logró detectar diferencias significativas para ninguno de los efectos considerados. Los índices de parición por año y grado de encaste, muestran poca variación entre promedios, pero dentro de las subclases la variación es apreciable (Cuadro 5).

Estos resultados son de limitada confiabilidad, debido a la escasez de datos y a la variabilidad de los mismos. Además, el tipo de análisis utilizado, resulta poco sensible a parámetros como éste, cuya expresión es realmente binomial (varía entre 1-parió- y 0 -no parió-). Sin embargo, existe una tendencia positiva en el índice de parición conforme aumenta el grado de encaste Romosinuano. De acuerdo a la tendencia mostrada por los promedios (Cuadro 5), se estima que por cada 1/4 de encaste Romo, el mismo aumenta en cuatro por ciento.

Aunque los resultados obtenidos provienen de una cantidad limitada de datos con alto error estandar, se deberá poner atención sobre este aspecto ya que con ello se podría lograr un mejoramiento en la productividad animal.

El análisis de varianza para estimar la heredabilidad del índice de parición se presenta en el Cuadro 7.

CUADRO 7  
Análisis de varianza y componentes de varianza  
para estimar la heredabilidad del índice de parición 1/

Fuente de variación	G.L.	Cuadrado medio	Cuadrado medio esperado
Entre padres	4	0,64	$\sigma_e^2 + k \sigma_p^2$
Progenie dentro de padres	502	0,15	$\sigma_e^2$
Total	506		

1/ Incluye únicamente la información de vacas, cuyo padre era Romosinuano.

donde:

$$\sigma_e^2 = 0,15 \qquad \sigma_p^2 = 0,006 \qquad k = 87,18$$
$$h^2 = \frac{4 (0,0056)}{0,0056 + 0,15} = 0,144 \pm 0,13$$

Para esta característica, los valores de heredabilidad reportados en la literatura son muy escasos y contradictorios; sin embargo por ser un rasgo reproductivo, se presume que su heredabilidad sea baja, en concordancia con los valores encontrados para la mayoría de las características de reproducción (44).

En el presente caso, el valor estimado resultó ser igual a  $0,14 \pm 0,13$ , lo cual, por tratarse de una raza rústica poco seleccionada pareciera ser un poco alto, en contraste con aquellos índices obtenidos con animales altamente seleccionados, provenientes de zonas templadas.

#### 4.3. Productividad: "producción de peso destetado por vaca"

En el Cuadro 8 a, se muestran los promedios de producción de peso destetado por vaca, para cada año y grado de encaste considerado.

Debido a que las investigaciones previas (23, 36, 38), realizadas bajo condiciones similares a la presente, han utilizado como medida de productividad, los kilogramos de becerro destetado por vaca expuesta a toro (KBDVET), fue necesario convertir los promedios de producción de peso destetado por vaca (PDV) en términos de productividad neta (KBDVET), con el objeto de realizar las comparaciones del caso. Esto se logró, al ponderar los promedios de producción al destete con su correspondiente índice de parición. Los resultados de tal transformación se presentan en el Cuadro 8 b.

CUADRO 8 a

Promedios de producción de peso destetado por vaca (P.D.V), en diferentes grupos de vacas Romosinuano, según: año y grado de encaste

AÑO	Grado de encaste Romosinuano												Z por año		
	4/8			6/8			7/8			8/8			n	PDV kg	d.e.
	n	PDV kg	d.e.	n	PDV kg	d.e.	n	PDV kg	d.e.	n	PDV kg	d.e.			
1970	11	182,8	47,1	14	179,5	45,6	1	226,0	0,0	2	219,5	7,8	28	183,5	44,1
1971	8	157,0	19,5	23	150,8	19,9	5	152,2	17,2	3	145,3	22,7	39	151,8	19,2
1972	3	173,3	17,7	19	154,8	30,7	5	156,4	20,2	2	167,5	21,9	29	157,9	27,3
1973	5	172,4	29,2	17	158,2	31,5	7	154,4	17,9	3	123,3	35,7	32	156,3	30,3
1974	3	177,0	15,1	21	153,0	22,2	6	172,5	21,0	4	166,5	23,2	34	160,1	22,8
1975	13	169,5	24,6	19	153,3	16,1	5	126,4	32,9	3	129,0	18,7	40	153,4	25,7
Z por encaste	43	171,7	30,8	113	156,5	28,3	29	155,8	28,2	17	154,9	36,2	202	159,5	30,0

n = N° observaciones

d.e. = desviación estandar.

CUADRO 8 b.

Kilogramos de becerro destetado por vaca expuesta a toro en diferentes grupos de vacas Romosinuano

Según: año y grado de encaste

Año	Grado de encaste Romosinuano				$\bar{Z}$ por año
	4/8	6/8	7/8	8/8	
1971	86,4	101,2	97,3	108,8	103,4
1972	134,9	107,0	124,8	126,0	112,2
1973	123,8	139,0	154,0	98,4	121,7
1974	104,4	127,0	115,9	100,2	110,4
$\bar{Z}$ por encaste	111,8	119,3	121,7	111,6	115,2

El promedio de productividad global, expresado en términos de KBDVET, es igual a 115, 2 Kilogramos por vaca, el cual resulta ser semejante al promedio encontrado por Medina (28), pero es menor a los valores determinados por otros autores (18, 23) para esta misma raza.

En un trabajo previo (36) donde se determinó la productividad de las razas Brahman, Criollo y Santa Gertrudis, se observaron valores similares al señalado anteriormente. Si el mismo se compara con los índices de productividad de las madres híbridas, halladas en ese mismo trabajo, se nota que únicamente es superado por el cruce Brahman x Criollo y su recíproco, que presentaron promedios de 157 y 147 kilos de becerro destetado por vaca expuesta a toro.

El análisis de varianza utilizado para estimar los efectos de año, grado de encaste y la interacción año por grado de encaste, se presenta en el Cuadro 9.

CUADRO 9

Análisis de varianza para producción de peso destetado por vaca

(cuadrado ponderado de los promedios)

Fuente de variación	G.L.	Cuadrado medio
Año	5	6.104**
Encaste	3	1.579 n.s.
Año x Encaste	15	548 n.s
Error	178	772
Total	201	

\*\*  $p \leq 0,01$

n.s.: no significativo

El efecto de año resultó altamente significativo en la producción de peso destetado por vaca. Los promedios de producción anuales variaron entre 151,8 y 183,5 kilos por vaca.

El efecto de años es importante porque refleja las variaciones de esta característica debido a las diferentes condiciones ambientales, manejo del hato, cantidad de nutrientes, etc., los cuales cambian de un año a otro y que en el presente estudio no fue posible separar estadísticamente.

No se logró detectar diferencias significativas para el efecto de encaste ni la interacción año por encaste. A pesar de no haberse encontrado diferencias significativas por grado de encaste, se observó que los animales cuya composición racial era 1/2 Romosinuano presentaron



promedios de 171,7 kilos de peso destetado por vaca, superando a los mostrados por animales 3/4, 7/8 y Romosinuano puros, cuyos promedios resultaron ser de 156,5; 155,8 y 154,9 kilos de peso destetado por vaca, respectivamente (Cuadro 8 a). Este parámetro muestra un comportamiento similar al encontrado en el peso al destete, donde a mayor encaste con Romosinuano se produce una disminución en el peso considerado (Cuadro 2). Dicha situación se explica en base a que los cálculos asociados con tal característica se realizaron únicamente en función de las vacas que parían, eliminando con ello una variación importante en el aspecto reproductivo.

El estimado de heredabilidad para la producción de peso destetado resultó ser igual a  $0,10 \pm 0,36$ . Considerando que esta característica está en función del peso al destete, cuya heredabilidad es igual a 0,37, podría esperarse un valor más alto que el encontrado en este trabajo. El bajo valor observado, podría ser producto del efecto de la fluctuación de los años, el cual incide fundamentalmente en el componente de "madres", las que al tener un limitado número de progenies durante su permanencia en el hato, tienen menor oportunidad de balancear su actuación productiva a través de los años.

En el Cuadro 10, se muestra el análisis de varianza utilizado para estimar la repetibilidad de la característica en mención, la cual resultó ser igual a  $0,10 \pm 0,05$ .

CUADRO 10

Análisis de varianza y componentes de varianza para estimar la repetibilidad de la producción de peso destetado por vaca

Fuente de variación	G.L.	Cuadrado medio	Cuadrado medio esperado
Padres	6	3.728	$\sigma_e^2 + k_2 \sigma_v^2 + k_3 \sigma_p^2$
Vacas dentro de padres	87	1.083	$\sigma_e^2 + k_1 \sigma_v^2$
Error (progenies)	272	750	$\sigma_e^2$
Total	365		

donde:

$$\sigma_e^2 = 750; \quad \sigma_v^2 = 84,85; \quad \sigma_p^2 = 67,18$$

$$k_1 = 3,94; \quad k_2 = 2,83; \quad k_3 = 40,78$$

$$R = \frac{84,45}{84,45 + 750,12} = 0,10 \pm 0,05$$

En el caso específico del hato en estudio se puede considerar que el objetivo principal sería mejorar por peso al destete, puesto que para reproducción el cambio es difícil. En el caso de otros hatos, deben utilizarse las ventajas en reproducción que ofrece esta raza.

Se debe tener presente que el peso al destete es una mala característica para realizar selección en las madres, ya que lo más indicado es hacerlo directamente sobre los animales que entran en esta etapa.

## 5. RESUMEN Y CONCLUSIONES

El presente estudio tuvo como objeto evaluar el potencial productivo de la raza Romosinuano, a través de sus características de reproducción y crecimiento, bajo diferentes grados de encaste. Para ello se emplearon los datos provenientes de los registros del hato Romosinuano, pertenecientes al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), en Turrialba, Costa Rica.

Se analizaron siete grupos raciales de ganado Romosinuano, en cuanto a características de crecimiento, reproducción y productividad, considerando las variables de peso al destete (PD), índice de parición (IP) y producción de peso destetado por vaca (PDV), respectivamente. Para cada una de las variables consideradas se realizaron análisis de varianza para estimar los efectos de año (A), grado de encaste (R), y su interacción (A x R). Para ello se utilizó el método del cuadrado ponderado de los promedios, por existir desigual número de observaciones en las subclases. Finalmente se procedió a la estimación de las heredabilidades ( $h^2$ ) para todas las características consideradas; además se calculó el índice de constancia o repetibilidad (R) para la producción de peso destetado por vaca.

Para peso al destete (PD), se observó un promedio general de 163,1 kg., encontrándose significancia en los efectos de año (A), grado de encaste (R) e interacción (A x R). Los animales cuyo encaste era 7/8 Romosinuano, presentaron los menores pesos al destete ( $p \leq 0.01$ ), con un promedio de 139,8 kg. Los mayores pesos ( $p \leq 0.01$ ), se observaron en terneros 3/8 y 4/8 Romosinuano, con pesos promedio de 170,0 y 169,5 kg. respectivamente. Animales 5/8 y 6/8 Romosinuano, ocuparon una posición

intermedia con 156,1 y 154,1 kg. respectivamente. Los resultados demuestran que conforme aumenta el grado de encaste Romosinuano, el peso al destete se reduce significativamente ( $p \leq 0.01$ ). El estimado de heredabilidad ( $h^2$ ) para esta característica resultó ser igual a  $0,37 \pm 0.17$ . La amplia variación genética encontrada, indica la posibilidad de mejorar dicha característica mediante selección.

El índice de parición general (IP) resultó ser igual a 0,72, no lográndose detectar diferencias significativas para ninguno de los efectos considerados. Sin embargo, los resultados muestran una tendencia positiva en el índice de parición conforme aumenta el grado de encaste Romosinuano. De acuerdo a la tendencia mostrada por los promedios se estima que por cada 1/4 de encaste Romosinuano, el índice de parición aumenta en cuatro por ciento. Aunque los resultados obtenidos provienen de una cantidad limitada de datos con alto error estandar, se deberá poner atención sobre este aspecto, ya que con ello se podría lograr un mejoramiento en la productividad animal. La heredabilidad para esta característica se estimó en  $0,14 \pm 0,13$ .

El promedio de producción de peso destetado por vaca (PDV) resultó ser igual a 159,5 kg. Al transformar este parámetro en términos de "kilogramos de becerro destetado por vaca expuesta a toro" (KBDVET), el promedio de productividad global resultó ser de 115,2 kg. por vaca. Para esta característica únicamente se logró detectar significancia ( $p \leq 0.01$ ) para el efecto de año (A). No se detectaron efectos significativos para grado de encaste (R) ni para la interacción (A x R). A pesar de no haberse encontrado diferencias significativas debido al grado de encaste, se observó que animales cuyo encaste era 1/2 Romosinuano, presentaron promedios de 171.7

kg. de peso destetado por vaca, superando a los mostrados por animales 3/4, 7/8 y Romo puro, cuyos promedios resultaron ser de 156,5, 155,8 y 154,9 kilos respectivamente. Esta característica muestra un comportamiento similar al encontrado en el peso al destete, donde a mayor encaste con Romosinuano, se produce una disminución en el peso considerado. El estimado de heredabilidad para esta característica es de  $0,10 \pm 0,36$ ; su repetibilidad (R), se calcula en  $0,10 \pm 0,25$ .

En el caso específico de este ható, se puede considerar que el objetivo principal debería ser mejorar por peso al destete, puesto que por reproducción el cambio es difícil. En el caso de otros hatos, deben utilizarse las ventajas en reproducción que ofrece esta raza.

Bajo las condiciones en que se realizó el estudio y en base a los resultados obtenidos, se puede concluir que:

- a) A niveles de composición racial superiores a un 1/2 Romosinuano, el peso al destete se reduce significativamente.
- b) Existe una tendencia positiva en el mejoramiento del índice de parición, conforme aumenta el grado de encaste Romosinuano hasta 3/4 o más.
- c) En base a las heredabilidades estimadas, se espera que mediante selección haya alta respuesta en el peso al destete y baja en reproducción.
- d) El ganado Romosinuano tiene un valor genético que merece conservarse por su valor reproductivo en condiciones adversas.

## 5 a. SUMMARY AND CONCLUSIONS

The purpose of this study was to evaluate the potential of Romosinuano race productivity through its reproduction and growth characteristics, at different levels of upgrading. The data used comes from Romosinuano herd records of the Tropical Agricultural Research and Training Center (CATIE), in Turrialba, Costa Rica.

Seven groups of Romosinuano herds were analyzed as to their growth characteristics, reproduction and productivity, taking into account weaning weight (PD), calving index (IP) and cow production of calves weaned (PDV), respectively. For each characteristic considered, a variance analysis was carried out to estimate the effects over year (A), grade of breed purity (R) and their interaction (A x R). As unequal numbers of observations existed in the subclasses, the method of weighted mean squares was used. Finally, heritability values were estimated ( $h^2$ ) for all the traits considered; also the repeatability (R) was calculated for cow production of calves weaned.

For the weaning weight (PD) a general average of 163.1 kg. was observed, and significant were found for years (A), grade of breed purity (R) and interaction (A x R). Animals whose level of breed purity was 7/8 Romosinuano presented lower weaning weights ( $p \leq 0.01$ ), with an average of 139.8 kg. Higher weights ( $p \leq 0.01$ ) were observed in 3/8 and 4/8 Romosinuano calves with average weights of 170.0 and 169,5 kg. respectively; 5/8 and 6/8 Romosinuano were intermediate with 156.1 and 154.1 kg., respectively. The results obtained showed that as the grade of Romosinuano increased, the weaning weight was significantly reduced ( $p \leq 0.01$ ). The estimated heritability ( $h^2$ ) for this trait was  $0.37 \pm 0.17$ , indicating the possibility of improving this trait through selection.

The calving index (IP) averaged 0.72. However, it was not possible to detect significant differences for any of the effects considered. Nevertheless, the results showed a positive tendency in calving index, as Romosinuano grading increased. According to the tendency indicated by the averages, it was estimated that for each 1/4 of Romosinuano breeding, the calving index increased by 4%. Though the results obtained are based on limited data with high standard errors, attention should be devoted to this trait, as in this manner, animal productivity could be improved. The heritability for this trait was estimated at  $0.14 \pm 0.13$ .

The average calf weaning weight per cow (PDV) was equal to 159.5. Converting this parameter into "kilograms of calf weaned per cow bred", the overall productivity index average 115.2 kg. A significant difference was detected for years (A) for this trait (PDV). No significant differences were detected for grade of Romosinuano breeding (R) or for its interaction with years. Although no significant differences were found due to grade of Romosinuano breeding, it was observed that 1/2 Romosinuano cows averaged 171.7 kg. weight weaned per cow, surpassing those of the 3/4, 7/8 and pure Romosinuano animals with averages of 156.5, 155.8 and 154.9 kilograms, respectively. This parameter shows a similar pattern to that found for weaning weight where a higher grade of Romosinuano breeding resulted in lighter weights. The estimated heritability for this trait was of  $0.10 \pm 0.36$ ; its repeatability (R) was estimated at  $0.10 \pm 0.75$ .

In the case of this herd, may be considered that the main objective should be to improve the weaning weight, since reproduction changes are difficult. In the case of the other herds, the reproduction advantages of this breed should be utilized.

Under the conditions of this study the following may be concluded:

a) Weaning weight is significantly reduced as the composition of Romosinuano grading is increased beyond 1/2.

b) There is a positive tendency in the improvement of the calving index, as the grade of Romosinuano is increased to 3/4 Romosinuano and higher.

c) Based on the heritabilities estimated, it is expected that selection for weaning weight will be positive, whereas little selection response in reproduction can be expected.

d) Romosinuano cattle appear to be valuable genetic material and worthy of preserving because of their superior reproduction under adverse conditions.



## 6. RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos se puede sugerir un sistema de cruzamientos que permita utilizar al Romosinuano en la producción de carne.

Debido a que en el país hay escasez de animales de esta raza, sobre todo en lo que se refiere a hembras, el sistema de cruzamientos debería iniciarse con el uso de toros Romosinuano altamente seleccionados y/o semen congelado, los cuales se utilizarían sobre poblaciones de hembras Brahman con el propósito de obtener animales  $F_1$  (Figura 1), los cuales pueden ser comparados con animales  $F_1$  de otras razas o bien con los de raza pura.

Esta fase podría ejecutarse mediante un plan piloto basado en la escogencia de un grupo selecto de haciendas ganaderas, a las cuales en CATIE les facilite el uso de toros y/o semen congelado.

En una segunda etapa se llevaría a cabo un plan de cruzamientos rotativos con dos o tres razas (Figuras 2 y 3). Como primera alternativa de cruzamiento se tendría el esquema de "dos razas en retrocruza" (Figura 2), el cual es un sistema de planeamiento sencillo, pero cuya desventaja radica en la composición genética del tipo de hembra que se produce, ya que no se explota al máximo la heterosis.

En el sistema de "tres razas en rotación" (Figura 3), se puede explotar al máximo la heterosis, ya que la constitución genética de las hembras producidas para reemplazo son media sangre, que viene a ser el tipo de hembra donde se obtiene la máxima expresión del vigor híbrido en las características de crecimiento y reproducción. La principal limitación del

# I ETAPA

## Producción de Animales F<sub>1</sub>

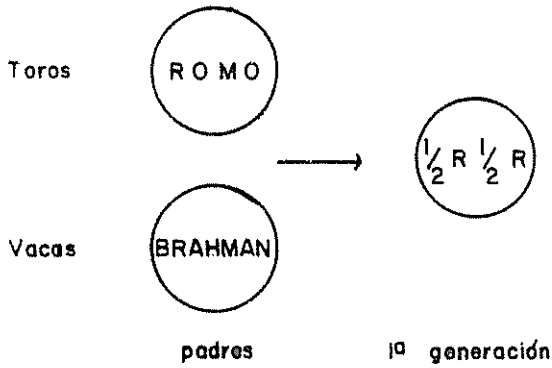


Figura 1  
Generación F<sub>1</sub>

# II ETAPA

## Alternativas de Cruzamiento

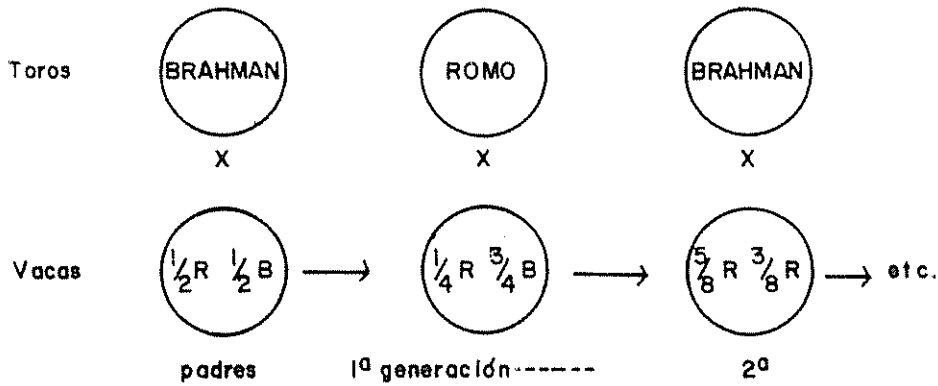


Figura 2  
Dos razas en retrocruce

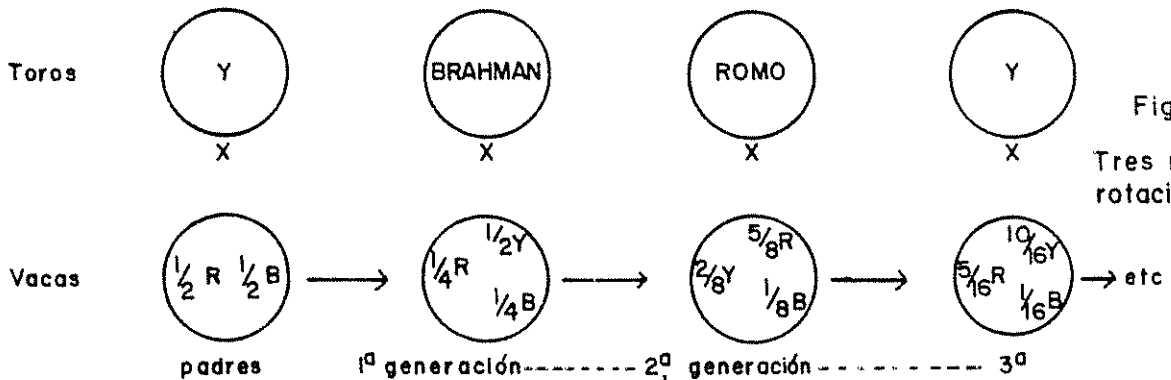


Figura 3  
Tres razas en rotación

sistema radica en el número de razas involucradas y en el manejo de diferentes hatos a la vez.

## 7. LITERATURA CITADA

1. BAILON, G. Aspectos genético-fisiológicos del crecimiento en ganado de carne en el trópico. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1974. 48 p.
2. BECKER, W. Manual of procedures in quantitative genetics. 2a ed. Pullman, Washington State University, 1967. 129 p.
3. BORSOTTI, N. et. al. Comportamiento productivo de Bos Taurus y Bos indicus y sus cruces; II. Peso al nacer. Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Memoria no. 9. 1974
4. BRINKS, J.S. et. al. Adjusting birth weight, weaning weight and pre-weaning gain for sex of calf in range Hereford cattle. Journal of Animal Science 20 (2): 363-367. 1961.
5. CARTWRIGHT, T.C. Selection criteria for beef cattle for the future. Journal of Animal Science 30 (5):706-711. 1970.
6. \_\_\_\_\_. Comparación entre vacas  $F_1$  con las de raza pura y otras cruces. In: Koger, M. et. al.; eds. Cruzamientos en ganado vacuno de carne. Uruguay, Hemisferio Sur, 1976. pp. 62-80.
7. CRUZ, V, et. al. Indices de herencia de la reproducción en ganado Brahman. Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Memoria no. 11. 1976. pp. 25-26.
8. CUNDIFF, L. V. et. al. Effects of certain factors and their two-way interactions on weaning weight in beef cattle. Journal of Animal Science 25 (4): 972-982. 1966.
9. \_\_\_\_\_. 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.
10. DAMON, R.A. Jr. et. al. Gains and grades of beef steers in the Gulf Coast region. Journal of Animal Science 18: (3) 1103-1113. 1959.
11. \_\_\_\_\_. et. al. Performance of crossbreed beef cattle in the Gulf Coast region. Journal of Animal Science 18: (1) 437-447. 1959.

12. \_\_\_\_\_. et. al. Genetic analysis of crossbreeding beef cattle. Journal of Animal Science 20 (4): 849-857. 1961.
13. DEESE, R.E. y KOGER, M. Heritability of fertility in Brahman an cross-bred cattle. Journal of Animal Science 26 (5): 984-987. 1967.
14. FROMETA, L. et. al. Comportamiento productivo de Bos taurus y Bos Indicus y sus cruces. IV. Crecimiento hasta 18 meses. Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Memoria no. 9. 1974. 00. 48.
15. HAFEZ, E. S. E. Symposium of growth: physio-genetics of prenatal and posnatal growth. Journal of Animal Science 22: (4) 779-791. 1963.
16. HERNANDEZ, G. Effects of year, season, age of dam and sire on calving interval and growth rate of Romosinuano cattle. Mag.Sc. Thesis. Lincoln, University of Nebraska, 1970. 84 p.
17. \_\_\_\_\_. Genetic factors in beef cattle crosses in Colombia. Ph.D. Thesis. Fort Collins, Colorado State University, 1976. 164 p.
18. \_\_\_\_\_. et. al. Razas criollas colombianas. Instituto Colombiano Agropecuario. Manual de Asistencia Técnica no. 21, 1976. pp. 1-16.
19. HOPKINS, I. Crossbreeding: a crossroads in the beef industry. Journal of Agricultural (Victoria, Australia) 68 (5): 123-125. 1970.
20. KINCAID, C.M. Breed crosses with beef cattle in the South. Alabama, Southern Cooperative Series Bulletin 81. 1962. 24 p.
21. KOGER, M. et. al. Reproductive performance of crossbred and straight breed cattle in different pasture programs in Florida. Journal of Animal Science 21 (1): 14-19. 1962.
22. \_\_\_\_\_. et. al. Heterosis effects on weaning performance of Brahman-Shorthorn calves. Journal of Animal Science 40 (5): 826-833. 1975.
23. LABBE, S. Comportamiento reproductivo y productividad de las razas Criollo, Santa Gertrudis, Brahman y Romosinuano. Tesis Mag.Sc. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1970. 56 p.

24. LAGO, G. et. al. Reproductividad en un rebaño Agyrado en Venezuela. In: Sosa, R. et. al.; eds. Ganadería en los trópicos, Caracas, 1973. Vol. 1. pp. 217-222.
25. LASTER, D. B. y GREGORY, K. E. Factors influencing peri and early posnatal calf mortality. *Journal of Animal Science* 37 (5): 1092-1097. 1973.
26. \_\_\_\_\_. et. al. Factors affecting dystocia and the effects of dystocia on subsequent reproduction in beef cattle. *Journal of Animal Science* 36 (4): 695-705. 1975.
27. LINARES, T. et. al. Comportamiento productivo de Bos Taurus y Bos Indicus y sus cruces. V. Pubertad en novillas. Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Memoria no. 9. 1974. pp. 91
28. MEDINA, O. Productividad de ocho grupos raciales de bovinos. Tesis Mag.Sc. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1973. 52 p.
29. MINYARD, J.A. y DINKEL, C. A. Weaning weight of beef calves as affected by age sex of calf and age of dam. *Journal of Animal Science* 24: (4) 1067-1071. 1965.
30. MUÑOZ, H. y MARTIN, T. Crecimiento antes y después del destete en ganado Santa Gertrudis, Brahman y Criollo y sus cruces recíprocos. Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Memoria no. 4. 1969 pp. 7-27.
31. \_\_\_\_\_. y MALTOS, J. Mejoramiento de la productividad del ganado mediante la explotación del vigor híbrido. In: Día de Campo Ganadero, Guanacaste, Costa Rica. IICA-ROCAP, 1971. pp. 21-26.
32. \_\_\_\_\_. y DEATON, O. La utilización del vigor híbrido y la productividad del sistema de producción de carne en el trópico. In: Symposium de Nutrición y Sanidad Animal, Centroamérica y Panamá, 30; San José, Costa Rica, PFIZER, 1974. 10 p.
33. ORDÓÑEZ, J. et. al. Comportamiento productivo de Bos taurus y Bos indicus y sus cruces. VI. Estimación de heterosis en edad y peso a la pubertad en novillas. Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Memoria no. 9. 1974. pp. 90.

34. PEACOCK, F. M. et. al. Factors affecting the weaning weight of range calves. Florida Agricultural Experiment Station. Bulletin 578, 1956. 12 p.
35. \_\_\_\_\_. et. al. Reproduction in Brahman, Shorthorn and crossbred cow on different pasture programs. Journal of Animal Science 33(2):458-465. 1971
36. PERALTA, A. Producción de carne en diferentes grupos raciales de bovinos. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1977. 57 p.
37. 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, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1971. 59 p.
38. PEROZO, T. et. al. Kilogramos de becerros destetados por vaca expuesta a toro, en las razas Brahman, Criolla y Santa Gertrudis. Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Memoria N° 6. 1971. pp 41-51
39. PLASSE, D. y KOGER, M. Estudio de peso al nacer y al destete en un rebaño Santa Gertrudis registrado. Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Memoria N° 2. 1967. pp.7-21
40. \_\_\_\_\_. et. al. Comportamiento productivo de Bos taurus y Bos indicus y sus cruces. III. Crecimiento predestete. Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Memoria N° 9. 1974. pp. 47-48.
41. \_\_\_\_\_. et. al. Comportamiento productivo de Bos taurus y Bos indicus y sus cruces. VII. Estimación de heterosis en crecimiento. Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Memoria N° 9. 1974. pp 61.
42. \_\_\_\_\_. 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, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1974. pp. 99-110.

43. \_\_\_\_\_. Oportunidades para mejorar la producción de carne en América Latina. In: Conferencia anual sobre ganadería y avicultura en América Latina, 10a. Gainesville, Universidad de Florida, 1976. pp D-1 - D-18.
44. PRESTON, T.R. y WILLIS, M. B. Producción intensiva de carne. México, Diana, 1974. 736 p.
45. PRICE, D. A. et. al. Rate and efficiency of gains in beef cattle. Oregon Agricultural Experiment Station. Technical Bulletin N°46 1959. 23 p.
46. REYES, L. Factores ambientales que afectan el comportamiento de las razas Romosinuano y Cebú. Cartas de la Asociación Latinoamericana de Ciencias Agrícolas (Venezuela) N° 91. 1976. pp. 5 (Resumen)
47. RINCON, E. y MUÑOZ, H. Efecto de la edad de la madre sobre los pesos al nacer y al destete en las razas Criollo, Brahman, Santa Gertrudis y Romosinuano. In: Actas de la Primera Reunión Asociación Latinoamericana de Producción Animal, Venezuela. 1966. 1 p.
48. RUDDER, T. H. et. al. Growth performance of Brahman and Charolais X Brahman cattle in a tropical environment. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 15: 156-158 1975.
49. SALAZAR, J. Efectos del cruzamiento de toros Brahman y Charolais con razas nativas de Colombia. In: Koger, M. et. al.; eds. Cruzamientos en ganado vacuno de carne. Uruguay, Hemisferio Sur, 1976, pp. 497-504
50. STEEL, R.G.D. y TORRIE, J. H. Principles and procedures of statistics with special reference to biological sciences. New York, M<sup>C</sup> Graw-Hill, 1960. 481 P.
51. STONAKER, H.H. Principios genéticos aplicados al mejoramiento de razas de ganado vacuno de carne por medio del cruzamiento. In: Koger, M. et. al.; eds. Cruzamientos en ganado vacuno de carne Uruguay, Hemisferio Sur, 1976, pp 6-23.



52. TURNER, J. W. et. al. Reproductive performance of straightbreed and crossbred beef cows in Louisiana. Louisiana Agriculture 10 (2): 10-12 1966
53. \_\_\_\_\_. et. al. Heterosis in reproductive performance of beef cows. Journal of Animal Science 27: (2) 336-338. 1968.
54. WILLIS, M.B. Symposium sobre la producción de carne en los trópicos: el papel de la genética. Revista Cubana de Ciencias Agrícolas 5(2): 119-130. 1971.
55. WILTBANK, J.N. y HARVEY, W.R. Reproductive performance of beef cows in Louisiana. Journal of Animal Science 22(3): 823. 1963 (Abstract).

## 8. APENDICE

CUADRO A-1

Comparaciones múltiples entre grupos con diferente grado de encaste Romosinuano, para peso al destete

(Prueba de Duncan)

Grado encaste	Peso destete $\bar{X}$ (kg)	6/8	5/8	4/8	3/8
7/8	139,8 <sup>a</sup>	14,3*	16,3*	29,3**	30,3**
6/8	154,1 <sup>b</sup>	--	2,0	15,0**	16,0**
5/8	156,1 <sup>b</sup>	--	--	13,0*	14,0*
4/8	169,1 <sup>c</sup>	--	--	--	1,0
3/8	170,0 <sup>c</sup>	--	--	--	--

\*  $P \leq 0,05$

\*\*  $P \leq 0,01$

Grupos seguidos por una letra común no son significativamente diferentes.