

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
PROGRAMA DE ENSEÑANZA

DETERMINACION DE NIVELES CRITICOS Y EFECTOS DE CONSANGUINIDAD
SOBRE CARACTERISTICAS PRODUCTIVAS, REPRODUCTIVAS Y DE CRECIMIENTO
EN GANADO CRIOLLO LECHERO CENTROAMERICANO Y ROMOSINUANO BAJO
CONDICIONES DE TROPICO HUMEDO

TESIS SOMETIDA A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ TÉCNICO ACADÉMICO
DEL PROGRAMA DE POSTGRADO EN CIENCIAS AGRÍCOLAS Y DE LOS RECURSOS
NATURALES DEL CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL Y ENSEÑANZA, PARA OPTAR
AL GRADO DE

MAGISTER SCIENTIAE

POR

AGUSTIN RUIZ FLORES

TURRIALBA, COSTA RICA
1992

Esta tesis ha sido aceptada, en su presente forma, por la coordinación del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales Renovables del CATIE aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar al grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

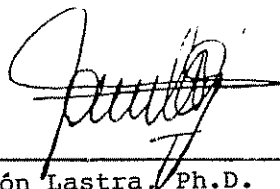
FIRMANTES:



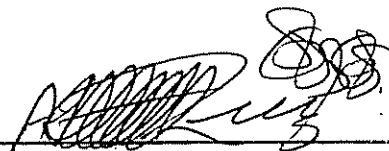
Assefaw Tewelde, Ph.D.
Profesor Consejero



Assefaw Tewelde, Ph.D.
Jefe, Area de Posgrado



Ramón Lastra, Ph.D.
Director, Programa de Enseñanza



Agustín Ruíz Flores
Candidato

DEDICATORIA

ESTE TRABAJO ESTA DEDICADO:

A MIS PADRES AGUSTIN RUIZ PEREZ Y ANGELA FLORES DE RUIZ, POR SU FE, EJEMPLOS Y FUERZA PARA LUCHAR CONTRA LA ADVERSIDAD, QUE ESTE TRABAJO SEA UNA MUESTRA DEL CARIÑO QUE LES TENGO.

A MI QUERIDA ESPOSA MARIA OFELIA BUENDIA DE RUIZ Y NUESTROS HIJOS ROXANA Y GUSTAVO AGUSTIN RUIZ BUENDIA, QUIENES HAN SIDO FUENTE DE ESTIMULO Y SUPERACION, POR LOS MOMENTOS AGRADABLES QUE EN EL CATIE PASAMOS Y POR HABER SOPORTADO EL MOMENTANEO ABANDONO QUE EL ESTUDIO EXIGIO.

A MIS HERMANOS ANGELA, LORENA, GUILLERMO, GRISELDA, RAQUEL, CUÑADOS (AS) Y HASTA ESTE MOMENTO LAS SOBRINAS, PORQUE SIGAMOS MANTENIENDO LA UNIDAD FAMILIAR QUE SIEMPRE NOS HA CARACTERIZADO.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar al Dr. Assefaw Tewolde Medhin, profesor consejero, por el tiempo dedicado, por sus acertados consejos tanto en este trabajo como fuera de él, por los conocimientos impartidos, etc. Dr. Tewolde le estaré siempre agradecido.

A los Doctores Federico Holmann, Gilda Piaggio, Dale Vogt y Pedro Ferreira por la colaboración prestada para llevar a término este trabajo.

A la Universidad de Missouri quien a través del Dr. Dale Vogt colaboró con el análisis de los pedigrees mediante el PROC INBREED.

Al pueblo de Holanda por el apoyo económico brindado para financiar mis estudios de maestría.

Al CONACYT de México por el apoyo económico parcial brindado justo en los momentos mas necesarios.

A los compañeros insostenibles de la ex-área de Ganadería Tropical (ambas promociones) en especial al Ing. Cristobal Roldán Corrales Briceño, por la camaradería y las pláticas siempre motivantes.

A todos los trabajadores de la finca experimental de la ex-área de Ganadería Tropical en especial al M. Sc. Julio Marschall y Manuel Batista, por su invaluable ayuda en la fase de codificación de la información.

Al personal del Centro de Cómputo y de la Biblioteca Conmemorativa Orton por la solícita colaboración siempre otorgada.

A las familias Moreno Ruíz, Mercado Siles, Márquez Alemán, Carrera Rengifo y Garro Zamora por la amistad y los momentos que pasamos compartiendo durante la estancia en el CATIE.

BIOGRAFIA

El autor nació en El Potrero municipio de Salvatierra, estado de Guanajuato, México, el 15 de febrero de 1959. Realizó sus estudios primarios en Guanajuato, Gto., y secundarios en El Saucillo, Huichapan, estado de Hidalgo.

En 1976 ingresó a la Universidad Autónoma Chapingo, graduándose en junio de 1983 como Ingeniero Agrónomo especialista en Zootecnia. Desde entonces ha trabajado para la misma universidad desempeñando varias labores en diversas instancias universitarias.

En noviembre de 1990 ingresó al programa de postgrado del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, en el área de Ganadería Tropical con énfasis en mejoramiento animal tropical. Se graduó de Magister Scientiae en noviembre de 1992.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN	ix
SUMMARY	xi
LISTA DE CUADROS	xiii
LISTA DE FIGURAS	xx
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	5
2.1 Sistemas de apareamiento y manejo genético que provocan consanguinidad.	6
2.2 Efectos fenotípicos de consanguinidad en producción animal.	8
2.2.1 Reproduccion y sobrevivencia.	9
2.2.2 Crecimiento predestete y postdestete.	15
2.2.3 Producción de leche.	18
2.3 Influencia de los animales fundadores sobre el comportamiento de animales contemporáneos en hatos cerrados.	21
3. MATERIALES Y METODOS	24
3.1 Ubicación del lugar del estudio.	24
3.2 Manejo de los hatos.	24
3.2.1 Hato de carne.	25
3.2.2 Hato de leche.	26
3.3 Información utilizada en el estudio.	27
3.3.1 Hato de carne.	28
3.3.2 Hato de leche.	30
3.4 Procedimiento analítico utilizado.	31
3.4.1 Hato de carne.	31
3.4.2 Hato de leche.	36
3.5 Análisis excluyendo los animales con $F_c=0$ y $F_v=0$.	39
3.6 Análisis económico.	40

4. RESULTADOS Y DISCUSION	42
4.1 Hato de carne.	42
4.1.1 Características de crecimiento predestete.	44
4.1.1.1 Efectos ambientales.	47
4.1.1.2 Efectos de consanguinidad.	49
4.1.2 Características de crecimiento postdestete.	60
4.1.2.1 Efectos ambientales.	61
4.1.2.2 Efectos de consanguinidad.	64
4.1.3 Efecto de los animales fundadores.	69
4.1.4 Características reproductivas.	76
4.1.4.1 Efectos ambientales.	78
4.1.4.2 Efectos de consanguinidad.	81
4.1.5 Análisis excluyendo crías con $F_c=0$.	82
4.1.5.1 Características de crecimiento predestete.	83
4.1.5.2 Características de crecimiento postdestete.	84
4.1.5.3 Características reproductivas	84
4.1.6 Análisis económico.	85
4.2 Hato de leche.	88
4.2.1 Características de producción (PL305, PG305 y PP305).	88
4.2.1.1 Efectos ambientales.	89
4.2.1.2 Efectos de consanguinidad.	91
4.2.2 Características reproductivas.	95
4.2.2.1 Efectos ambientales.	96
4.2.2.2 Efectos de consanguinidad.	98
4.2.3 Análisis excluyendo vacas con $F_v=0$.	100
4.2.3.1 Características de producción (PL305, PG305 y PP305).	101

4.2.3.2 Características reproductivas.	102
4.2.4 Análisis económico.	102
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	107
5.1 Hato de carne.	107
5.1.1 Conclusiones.	107
5.1.2 Recomendaciones.	109
5.2 Hato lechero.	109
5.2.1 Conclusiones.	109
5.2.2 Recomendaciones.	110
6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	111
7. APENDICE	124

RUIZ F., A. 1992. Determinación de niveles críticos y efectos de consanguinidad sobre características productivas, reproductivas y de crecimiento en ganado Criollo Lechero Centroamericano y Romosinuano bajo condiciones de trópico húmedo. Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 172 p.

Palabras clave: Crecimiento pre y postdestete; edad al primer parto; intervalo entre partos; producción de leche, grasa y proteína a 305 días; consanguinidad de la cría, madre y padre; Criollo lechero Centroamericano; Romosinuano; Trópico húmedo.

DETERMINACION DE NIVELES CRITICOS Y EFECTOS DE CONSANGUINIDAD SOBRE CARACTERISTICAS PRODUCTIVAS, REPRODUCTIVAS Y DE CRECIMIENTO EN GANADO CRIOLLO LECHERO CENTROAMERICANO Y ROMOSINUANO BAJO CONDICIONES DE TROPICO HUMEDO.

RESUMEN

Un estudio para determinar los efectos de consanguinidad de la cría (F_c), padre (F_p) y madre (F_v), sus niveles críticos, importancia económica y la contribución de los animales fundadores al comportamiento de los animales contemporáneos sobre las características peso al nacimiento (PN, $n=1056$, 1964-1991); peso al destete ajustado a 210 días (PD210, $n=976$, 1964-1991); ganancia diaria predestete (GDPRE, $n=976$, 1964-1991); peso de la cría a los 12 (P12MC, $n=527$, 1982-1990), 18 (P18MC, $n=479$, 1982-1989) y 24 meses (P24MC, $n=392$, 1982-1988); ganancia diaria durante la prueba de pastoreo (GPP, $n=505$, 1982-1990); edad al primer parto (EPP, $n=171$, 1966-1988) e intervalo entre partos (IEP, $n=812$, 1965-1991) en el hato Romosinuano (R) y sobre producción de leche (PL305, $n=1127$, 1955-1991), grasa (PG305, $n=1127$, 1955-1991) y proteína a 305 días (PP305, $n=659$, 1961-1967 y 1983-1991); edad al primer parto (EPP, $n=297$, 1955-1991) e intervalo entre partos (IEP, $n=910$, 1956-1991) en el hato Criollo Lechero Centroamericano (CLC), fue realizado utilizando registros procedentes de la finca experimental del Area de Ganadería Tropical del CATIE, localizada en Turrialba, Costa Rica, bajo condiciones de trópico húmedo. Se utilizaron los coeficientes individuales de F_c , F_p y F_v calculados a partir de los pedigrees de cada animal con proporción igual o mayor al 50% de las razas R y CLC. Los modelos utilizados para analizar los registros incluyeron los efectos fijos de año (A) y época de nacimiento (E), sexo de la cría (S), edad de la vaca al parto (EP), tipo de manejo (M), número de parto (NP) e interacciones de relevancia. Los registros predestete (hato R) e intervalo entre partos (ambos hatos) fueron ajustados según la necesidad señalada por el modelo, utilizándose factores de ajuste generados a partir del mismo. Los resultados muestran promedios acumulativos en 1991 para F_c , F_p y F_v en el hato R de $6.82 \pm 1.79\%$, $5.68 \pm 3.02\%$ y $6.35 \pm 3.19\%$, respectivamente. Mientras que en el hato CLC el promedio acumulativo en 1991 para F_v fue $0.90 \pm 2.23\%$. Las medias de mínimos cuadrados en el hato R para PN, PD210, GDPRE, P12MC,

P18MC, P24MC, GPP, EPP e IEP fueron 31.31 ± 0.30 Kg, 155.20 ± 1.70 Kg, 0.59 ± 0.01 Kg, 184.18 ± 1.47 Kg, 254.70 ± 2.07 Kg, 324.14 ± 2.40 Kg, 0.28 ± 0.01 Kg, 1106 ± 15 días y 394 ± 7 días, respectivamente. Mientras que en el hato CLC para PL305, PG305, PP305, EPP e IEP éstas fueron 2137.93 ± 47.80 Kg, 114.58 ± 3.07 Kg, 85.26 ± 1.88 Kg, 1121 ± 11 días y 377 ± 5 días, respectivamente. El efecto de A tuvo influencia significativa ($P < 0.01$) sobre todas las características en ambos hatos, S fue importante ($P < 0.01$) para todas las características de crecimiento en el hato R, E lo fue ($P < 0.01$) para PD210, GDPRE, P18MC, GPP e IEP en el mismo hato. las interacciones A*S y A*E lo fueron para P18MC y GPP. En el hato CLC, el efecto de M influyó significativamente sobre PL305, PG305 y PP305 ($P < 0.01$) e IEP ($P < 0.05$). E afectó ($P < 0.01$) PL305 y PG305, la interacción A*E sólo tuvo importancia significativa ($P < 0.05$) sobre PL305. En el hato R, el efecto lineal de Fc fue importante para PN ($P < 0.05$), PD210, GDPRE, P12MC, P18MC, P24MC ($P < 0.01$), pero no para GPP, EPP e IEP. En el mismo hato, Fv no afectó significativamente ninguna de las características de crecimiento predestete. Fp influyó sobre PN ($P < 0.01$) y PD210 ($P < 0.05$). Los efectos cuadráticos de consanguinidad importantes fueron de Fc sobre P18MC ($P < 0.05$) y Fp sobre PN ($P < 0.01$), los puntos críticos respectivos fueron 7.28% y 3.82% . En el hato CLC Fv tuvo influencia lineal significativa sobre PL305 ($P < 0.01$), PP305 y EPP ($P < 0.05$). No se detectaron en este hato efectos cuadráticos importantes para ninguna de las características estudiadas. En el hato R los estimadores de los coeficientes de regresión parcial lineales (ECRPL) de PN, PD210, GDPRE, P12MC, P18MC, P24MC, GPP, EPP e IEP sobre Fc fueron -0.06 ± 0.03 Kg, -0.78 ± 0.16 Kg, -3.30 ± 0.74 gm, -1.1 ± 0.4 Kg, -1.9 ± 0.5 Kg, -1.1 ± 1.5 gm, -1.1 ± 1.5 gm, 2 ± 2 días y 0 ± 1 días, respectivamente; los ECRPL de PN, PD210 y GDPRE sobre Fp y Fv fueron -0.18 ± 0.05 Kg y -0.01 ± 0.05 Kg; -0.63 ± 0.31 Kg y 0.46 ± 0.29 Kg; -2.07 ± 1.43 gm y -2.00 ± 1.34 gm, respectivamente. En el hato CLC los ECRPL de PL305, PG305, PP305, EPP e IEP sobre Fv fueron -22.26 ± 6.15 Kg, -0.45 ± 0.39 Kg, -0.68 ± 0.30 Kg, 6 ± 3 días y -1 ± 1 días, respectivamente. En el hato R en el análisis económico se encontraron pérdidas (todos los valores en US\$) de 6.541 y 6.33; 5.11 y 6.935; 6.028 y 8.22; 5.76 y 12.96, en animales de las categorías de consanguinidad dos ($5\% \leq Fc < 10\%$) y tres ($Fc \geq 10\%$) con respecto a animales de la categoría uno ($Fc < 5\%$), para PD210, P12MC, P18MC y P24MC, respectivamente. Mientras que en el hato CLC las pérdidas fueron de 50.935, 35.075 y 55.205 de vacas de las categorías de Fv uno ($Fv = 0$), tres ($3\% \leq Fv < 6\%$) y cuatro ($Fv \geq 6\%$), con respecto a vacas de la categoría dos ($0\% < Fv < 3\%$), en una lactancia de 305 días. Con base en los resultados obtenidos, se confirman los efectos detrimentales de consanguinidad de la cría sobre características de crecimiento pre y postdestete en el ganado, en este caso Romosinuano bajo condiciones de trópico húmedo y el efecto perjudicial de Fv sobre PL305, PP305 y EPP en el ganado CLC. Se recomienda la introducción de nuevo germoplasma de R en el hato de carne, la planificación de los apareamientos para minimizar los incrementos de consanguinidad acumulativa en ambos hatos, y la realización de un estudio económico que comprenda el ciclo de producción completo en ambos hatos bajo la perspectiva de consanguinidad.

RUIZ F. A. 1992. Determination of critical levels and effects of inbreeding on productive, reproductive and growth traits in Criollo Lechero Centroamericano and Romosinuano cattle under humid tropical environment. Mag. Sci. Thesis. Turrialba, Costa Rica. CATIE, 172 p.

Key words: Pre and postweaning growth; age at first calving; calving interval; 305 day milk, fat and protein yield; inbreeding of calf and dam; Criollo Lechero Centroamericano; Romosinuano; humid tropic.

DETERMINATION OF CRITICAL LEVELS AND EFFECTS OF INBREEDING ON PRODUCTIVE, REPRODUCTIVE AND GROWTH TRAITS IN CRIOLLO LECHERO CENTROAMERICANO AND ROMOSINUANO CATTLE UNDER HUMID TROPICAL ENVIRONMENT.

SUMMARY

A study to determine the effects of inbreeding of the calf (F_c), sire (F_p) and dam (F_v), its critical levels, economic importance and the contribution of the foundation animals to the performance of contemporary animals on birth weight (PN, n=1056, 1964-1991); 210 day adjusted weaning weight (PD210, n=976, 1964-1991); preweaning average daily gain (GDPRE, n=976, 1964-1991); calf weight at 12 (P12MC, n=527, 1982-1990), 18 (P18MC, n=479, 1982-1989) and 24 months (P24MC, n=392, 1982-1988); average daily gain on pasture (GPP, n=505, 1982-1990); age at first calving (EPP, n=171, 1965-1988) and calving interval (IEP, n=812, 1965-1991) in the Romosinuano (R) herd and on 305 day milk (PL305, n=1127, 1955-1991), fat (PG305, n=1127, 1955-1991) and protein production (PF305, n=659, 1961-1967 y 1983-1991); age at first calving (EPP, n=297, 1955-1991) and calving interval (IEP, n=910, 1956-1991) in the Criollo Lechero Centroamericano (CLC) herd, was carried out using records from CATIE's experiment station located at Turrialba, Costa Rica, under hot humid tropical environment. The individual coefficients of F_c , F_p and F_v were calculated from the pedigree of each contemporary animal in the herd with proportion equal or greater than 50% R or CLC. The Models included the fixed effects of year (A) and season of birth (E), sex of calf (S), age of cow at calving (EP), type of herd management (M), parity (NP) and the interactions of relevance. The preweaning records (R) and calving interval (both herds) were adjusted according preliminar analysis. The correction factors were generated from these analysis. In the R herd the results show cummulative means for 1991 of $6.82 \pm 1.79\%$, $5.68 \pm 3.02\%$ and $6.35 \pm 3.19\%$, for F_c , F_p and F_v , respectively. While in the CLC herd the cummulative mean in 1991 for F_v was $0.90 \pm 2.23\%$. The least-squares means in the R herd for PN, PD210, GDPRE, P12MC, P18MC, P24MC, GPP, EPP and IEP were 31.31 ± 0.30 Kg, 155.20 ± 1.70 Kg, 0.59 ± 0.01 Kg, 184.18 ± 1.47 Kg, 254.70 ± 2.07 Kg, 324.14 ± 2.40 Kg, 0.28 ± 0.01 Kg, 1106 ± 15 days and 394 ± 7 days.

respectively. While in the CLC herd for PL305, PG305, PP305, EPP and IEP they were 2137.93 ± 47.80 Kg, 114.58 ± 3.07 Kg, 85.26 ± 1.88 Kg, 1121 ± 11 days and 377 ± 5 days, respectively. The effect of A had significant influence ($P < 0.01$) on all the traits in both herds. S was important ($P < 0.01$) on all the growth traits in the R herd. E was significant ($P < 0.01$) for PD210, GDPRE, P18MC, GPP and IEP in the same herd, the interactions of A with S and E were important for P18MC and GPP. In the CLC, M was important for PL305, PG305, PP305 ($P < 0.01$) and IEP ($P < 0.05$). E affected ($P < 0.01$) PL305 and PG305, the interaction A with E only was important ($P < 0.05$) for PL305. In the R herd, the linear effect of Fc was important on PN ($P < 0.05$), PD210, GDPRE, P12MC, P18MC, P24MC ($P < 0.01$), but not on GPP, EPP and IEP. In the same herd, Fv was not important for none of the preweaning growth traits, Fp affected PN ($P < 0.01$) and PD210 ($P < 0.05$). Fc on P18MC ($P < 0.05$) and Fp on PN ($P < 0.01$) were the only quadratic effects found important, their respective critical levels were 7.28% and 3.82%. In the CLC Fv exerted significant linear influence on PL305 ($P < 0.01$), PP305 and EPP ($P < 0.05$). In this herd the quadratic effect of Fv was not important for none of the traits studied. In the R herd the estimates for the linear partial regression coefficients (ECRPL) for PN, PD210, GDPRE, P12MC, P18MC, P24MC, GPP, EPP and IEP on Fc were -0.06 ± 0.03 Kg, -0.78 ± 0.16 Kg, -3.30 ± 0.74 gm, -1.1 ± 0.4 Kg, -1.9 ± 0.5 Kg, -1.1 ± 1.5 gm, -1.1 ± 1.5 gm, 2 ± 2 days and 0 ± 1 days, respectively; the ECRPL for PN, PD210 and GDPRE on Fp and Fv were -0.18 ± 0.05 Kg and -0.01 ± 0.05 Kg; -0.63 ± 0.31 Kg and 0.46 ± 0.29 Kg; -2.07 ± 1.43 gm and -2.00 ± 1.34 gm, respectively. In the CLC herd, the ECRPL for PL305, PG305, PP305, EPP and IEP on Fv were -22.26 ± 6.15 Kg, -0.45 ± 0.39 Kg, -0.68 ± 0.30 Kg, 6 ± 3 days and -1 ± 1 days, respectively. In an economic analysis, it was found reductions (all the values in US\$) of 6.54 and 6.33; 5.11 and 6.93; 6.028 and 8.22; 5.76 and 12.96, in animals pertaining to category number two (Fc greater or equal 5%, but less 10%) and three (Fc greater or equal 10%) compared with animals pertaining to category number one (Fc less than 5%), for PD210, P12MC, P18MC and P24MC, in the R herd. While in the dairy herd the economic losses were 50.93, 35.01 and 55.20 for cows of the category number one (Fv=0), three (Fv greater or equal 3%, but less than 6%) and four (Fv greater or equal 6%) categories, compared with cows from the category number two (Fv greater than zero, but less than 3%), in a 305 day lactation. According with the results obtained in this work it was confirmed the detrimental effects of inbreeding of calf on preweaning and postweaning growth traits in the cattle, in this case Romosinuano under hot humid tropical environment and the same detrimental effects of cow inbreeding on 305 day milk and protein yield and on age at first calving in the CLC cattle. It is recommended to introduce new R germplasm into the CATIE's beef cattle herd. The planification of matings must continue in order to diminish the annual increases of cumulative inbreeding in both herds.

LISTA DE CUADROS

Número	Título	Página
<u>En el texto:</u>		
1	Efecto de consanguinidad del individuo sobre características reproductivas en diversas razas de ganado bovino.....	14
2	Efecto de consanguinidad de la cría (F_c) y de la madre (F_v) sobre peso al nacimiento (PN), peso al destete (PD) y ganancia diaria predestete (GDPRE) en diversas razas de ganado bovino.....	16
3	Efecto de consanguinidad del individuo sobre características de crecimiento postdestete en diversas razas de ganado bovino.....	17
4	Efecto de consanguinidad sobre producción de leche y grasa en diversas razas de ganado bovino.....	20
5	Animales de fundación del hato Romosinuano del CATIE.....	36
6	Medias de mínimos cuadrados (MMC) y errores estándar (EE), para las características estudiadas en el hato Romosinuano del CATIE.....	44
7	Análisis de varianza de mínimos cuadrados para peso al nacimiento (PN), peso al destete ajustado a 210 días (PD210) y ganancia diaria predestete (GDPRE) en el hato Romosinuano del CATIE.....	48
8	Estimadores de los coeficientes de regresión parcial lineales y cuadráticos de peso al nacimiento (PN), peso al destete ajustado a 210 días (PD210) y ganancia diaria predestete (GDPRE) sobre consanguinidad de la cría (F_c), semental (F_p) y madre (F_v) en el hato Romosinuano del CATIE.....	59
9	Análisis de varianza de mínimos cuadrados para peso a los 12 (P12MC), 18 (P18MC), y 24 meses (P24MC) y ganancia diaria durante la prueba de pastoreo (GPP) en el hato Romosinuano del CATIE.....	63
10	Estadísticas descriptivas de los coeficientes de consanguinidad de la cría (F_c), semental (F_p) y madre (F_v), para cada una de las características analizadas en el hato Romosinuano del CATIE.....	66
11	Estimadores de regresión parcial lineales y cuadráticos de peso a los 12 (P12MC), 18 (P18MC), y 24 meses (P24MC) y ganancia diaria durante la prueba de pastoreo (GPP), sobre consanguinidad de	

	la cría (Fc) general y por sexo en el hato Romosinuano del CATIE.....	67
12	Estadísticas descriptivas de los coeficientes de parentesco de los animales contemporáneos con los sementales del hato de fundación. en el hato Romosinuano del CATIE.....	69
13	Análisis de varianza de mínimos cuadrados para peso al nacimiento (PN), peso al destete ajustado a 210 días (PD210) y ganancia diaria predestete (GDPRE), para analizar el efecto de los sementales de fundación en el hato Romosinuano del CATIE.....	70
14	Análisis de varianza de mínimos cuadrados para peso a los 12 (P12MC), 18 (P18MC) y 24 meses (P24MC) y ganancia diaria durante la prueba de pastoreo (GPP), para analizar el efecto de los sementales de fundación en el hato Romosinuano del CATIE.....	71
15	Estimadores de los coeficientes de regresión parcial de peso al nacimiento (PN), peso al destete ajustado a 210 días (PD210), ganancia diaria predestete (GDPRE), peso a los 12 (P12MC), 18 (P18MC), y 24 meses (P24MC) y ganancia diaria durante la prueba de pastoreo (GPP), sobre los coeficientes de parentesco de los animales contemporáneos con Carolino, Sancón, Jamaico y Borrego, en el hato Romosinuano del CATIE.....	72
16	Estadísticas descriptivas de los coeficientes de parentesco de los animales nacidos en 1988, con las hembras de fundación en el hato Romosinuano del CATIE.....	75
17	Análisis de varianza de mínimos cuadrados para edad al primer parto (EPP) e intervalo entre partos (IEP) en el hato Romosinuano del CATIE.....	80
18	Estimadores de los coeficientes de regresión lineal de edad al primer parto (EPP) e intervalo entre partos (IEP) sobre consanguinidad de la cría (Fc) en el hato Romosinuano del CATIE.....	82
19	Ganancia diaria (USS) en valor presente neto por animal de cada categoría de consanguinidad de la cría (Fc) en peso al destete ajustado a 210 días (PD210), peso a los 12 (P12MC), 18 (P18MC), y 24 meses (P24MC) en el hato Romosinuano del CATIE.....	87
20	Medias de mínimos cuadrados (MMC) y errores estándar (EE) de producción de leche (PL305), grasa (PG305), y proteína a 305 días (PP305), edad al primer parto (EPP) e intervalo entre partos (IEP) en el hato Criollo Lechero Centroamericano del CATIE.....	88

21	Análisis de varianza de mínimos cuadrados para producción de leche (PL305), grasa (PG305) y proteína a 305 días (PP305) en el hato Criollo Lechero Centroamericano del CATIE.....	91
22	Estadísticas descriptivas de los coeficientes de consanguinidad de la vaca para cada una de las características analizadas en el hato lechero del CATIE.....	92
23	Estimadores de los coeficientes de regresión lineal (β_1) de producción de leche (PL305), grasa (PG305) y proteína a 305 días (PP305), edad al primer parto (EPP) e intervalo entre partos (IEP), sobre consanguinidad de la vaca (Fv) en el hato Criollo Lechero Centroamericano del CATIE.....	93
24	Análisis de varianza de mínimos cuadrados para edad al primer parto (EPP) e intervalo entre partos (IEP), en el hato Criollo Lechero Centroamericano del CATIE.....	98
25	Ganancia diaria (US\$) en valor presente neto (VPN)/vaca en una lactancia de 305 días, medias de mínimos cuadrados (MMC) e intervalo entre partos (IEP) en cada categoría de consanguinidad de la vaca (Fv) para producción de leche a 305 días en el hato Criollo Lechero Centroamericano del CATIE.....	105
26	Valor de la producción por lactancia/vaca (US\$) en cada categoría de consanguinidad de la vaca y diferencias con respecto a la categoría de mayor producción, en el hato Criollo Lechero Centroamericano del CATIE.....	105

En el apéndice:

1A	Número de registros por año de cada una de las características estudiadas en el hato Romosinuano del CATIE.....	125
2A	Número de registros por sexo y época de cada una de las características estudiadas en el hato Romosinuano del CATIE.....	127
3A	Número de registros (n) por edad de la vaca al parto de peso al nacimiento (PN), ganancia diaria predestete (GDPRE) y peso al destete ajustado a 210 días (PD210) en el hato Romosinuano del CATIE..	128
4A	Medias y desviaciones estándar por año de los coeficientes de consanguinidad de la cría (Fc), semental (Fp) y madre (Fv) en el hato Romosinuano del CATIE (Obtenidos de los registros de peso al nacimiento).....	129

5A	Análisis de varianza de mínimos cuadrados preliminar para peso al nacimiento (PN), peso al destete ajustado a 210 días (PD210), y ganancia diaria predestete (GDPRE) en el hato Romosinuano del CATIE.....	131
6A	Medias de mínimos cuadrados (MMC), errores estándar (EE) y factores de ajuste multiplicativos (entre paréntesis) por edad de la vaca al parto para peso al nacimiento (PN), peso al destete ajustado a 210 días (PD210) y ganancia diaria predestete (GDPRE) en el hato Romosinuano del CATIE.....	132
7A	Medias de mínimos cuadrados (MMC) y errores estándar (EE) por año para peso al nacimiento (PN), peso al destete ajustado a 210 días (PD210) y ganancia diaria predestete (GDPRE), en el hato Romosinuano del CATIE.....	133
8A	Medias de mínimos cuadrados (MMC) y errores estándar (EE) por sexo de la cría para peso al nacimiento (PN), peso al destete ajustado a 210 días (PD210) y ganancia diaria predestete (GDPRE) en el hato Romosinuano del CATIE.....	135
9A	Análisis de varianza de mínimos cuadrados preliminar para peso a los 12 (P12MC), 18 (P18MC), y 24 meses (P24MC) y ganancia diaria durante la prueba de pastoreo (GPP), en el hato Romosinuano del CATIE.....	136
10A	Medias de mínimos cuadrados (MMC) y errores estándar (EE) por año de nacimiento de la cría para peso a los 12 (P12MC), 18 (P18MC) y 24 meses (P24MC) y ganancia diaria durante la prueba de pastoreo (GPP) en el hato Romosinuano del CATIE....	137
11A	Medias de mínimos cuadrados (MMC) y errores estándar (EE) por año de nacimiento y sexo de la cría para peso a los 18 meses (P18MC) y ganancia diaria durante la prueba de pastoreo (GPP) en el hato Romosinuano del CATIE.....	138
12A	Medias de mínimos cuadrados (MMC) y errores estándar (EE) por año y época de nacimiento de la cría para peso a los 18 meses (P18MC) y ganancia diaria durante la prueba de pastoreo (GPP) en el hato Romosinuano del CATI.....	139
13A	Análisis de varianza de mínimos cuadrados para intervalo entre partos (IEP), utilizado para generar factores de ajuste multiplicativos por edad de la vaca al parto en el hato Romosinuano del CATIE.....	140
14A	Medias de mínimos cuadrados (MMC), errores estándar (EE) y factores de ajuste multiplicativos (F.A.)	

	por edad de la vaca al parto, para intervalo entre partos (IEP) en el hato Romosinuano del CATIE.....	141
15A	Medias de mínimos cuadrados (MMC) y errores estándar (EE) por año para edad al primer parto (EPP) e intervalo entre partos (IEP) en el hato Romosinuano del CATIE.....	142
16A	Medias de mínimos cuadrados (MMC) y errores estándar (EE), para las características estudiadas, excluyendo animales con coeficientes de consanguinidad igual a cero ($F_c=0$), en el hato Romosinuano del CATIE.....	144
17A	Análisis de varianza de mínimos cuadrados para peso al nacimiento (PN), peso al destete ajustado a 210 días (PD210) y ganancia diaria predestete (GDPRE), excluyendo los animales con coeficientes de consanguinidad igual a cero ($F_c=0$), en el hato Romosinuano del CATIE.....	145
18A	Análisis de varianza de mínimos cuadrados para peso a los 12 (P12MC), 18 (P18MC) y 24 meses (P24MC) y ganancia diaria durante la prueba de pastoreo (GPP), excluyendo animales con coeficientes de consanguinidad igual a cero ($F_c=0$), en el hato Romosinuano del CATIE.....	146
19A	Análisis de varianza de mínimos cuadrados para edad al primer parto (EPP) e intervalo entre partos (IEP), excluyendo animales con coeficientes de consanguinidad igual a cero ($F_c=0$), en el hato Romosinuano del CATIE.....	147
20A	Estimadores de regresión lineal de las características estudiadas en el hato Romosinuano del CATIE, sobre consanguinidad de la cría (F_c) general y por sexo, semental (F_p) y de la vaca (F_v), excluyendo animales con coeficiente de consanguinidad igual a cero ($F_c=0$), en el hato Romosinuano del CATIE.....	148
21A	Estadísticas descriptivas del coeficiente de consanguinidad de la cría (F_c) en las diversas categorías de F_c , creadas para las características estudiadas en el hato Romosinuano del CATIE.....	149
22A	Medias de mínimos cuadrados (MMC) y errores estándar (EE) de cada categoría de consanguinidad de la cría (F_c), en cada una de las características estudiadas en el hato Romosinuano del CATIE.....	150
23A	Resumen de significancia de los efectos considerados en el análisis de varianza de mínimos cuadrados, realizado para estimar las medias de mínimos cuadrados por categoría de F_c en cada una de las características estudiadas en el hato	

	Romosinuano del CATIE.....	151
24A	Número de registros por año de cada una de las características estudiadas en el hato Criollo Lechero Centroamericano del CATIE.....	152
25A	Medias y desviaciones estándar por año, de los coeficientes de consanguinidad de la vaca (Fv) en el hato Criollo Lechero Centroamericano del CATIE (Obtenidos de los registros de producción de leche a 305 días).....	154
26A	Análisis de varianza de mínimos cuadrados preliminar para producción de leche (PL305), grasa (PG305) y proteína a 305 días (PP305) en el hato Criollo Lechero Centroamericano del CATIE.....	155
27A	Medias de mínimos cuadrados y errores estándar por tipo de manejo para producción de leche (PL305), grasa (PG305) y proteína a 305 días (PP305) en el hato Criollo Lechero Centroamericano del CATIE.....	156
28A	Medias de mínimos cuadrados y errores estándar por año de parto para producción de leche (PL305), grasa (PG305) y proteína a 305 días (PP305) ^a en el hato Criollo Lechero Centroamericano del CATIE.....	157
29A	Medias de mínimos cuadrados y errores estándar por época de parto para producción de leche (PL305), grasa (PG305) y proteína a 305 días (PP305) en el hato Criollo Lechero Centroamericano del CATIE.....	159
30A	Análisis de varianza de mínimos cuadrados preliminar para edad al primer parto (EPP) e intervalo entre partos (IEP) en el hato Criollo Lechero Centroamericano del CATIE.....	160
31A	Medias de mínimos cuadrados (MMC) y errores estándar (EE) por año para edad al primer parto (EPP) ^a e intervalo entre partos (IEP) ^b en el hato Criollo Lechero Centroamericano del CATIE.....	161
32A	Medias de mínimos cuadrados (MMC) y errores estándar (EE) por tipo de manejo para intervalo entre partos (IEP) en el hato Criollo Lechero Centroamericano del CATIE.....	163
33A	Medias de mínimos cuadrados (MMC) y errores estándar (EE) de producción de leche (PL305), grasa (PG305), y proteína a 305 días (PP305), edad al primer parto (EPP) e intervalo entre partos (IEP), excluyendo animales con coeficientes de consanguinidad igual a cero (Fv=0), en el hato Criollo Lechero Centroamericano del CATIE.....	164
34A	Análisis de varianza de mínimos cuadrados para producción de leche (PL305), grasa (PG305) y	

	proteína a 305 días (PP305), excluyendo animales con coeficiente de consanguinidad igual a cero ($F_v=0$), en el hato Criollo Lechero Centroamericano del CATIE.....	165
35A	Análisis de varianza de mínimos cuadrados para edad al primer parto (EPP) e intervalo entre partos (IEP), excluyendo animales con coeficiente de consanguinidad igual a cero ($F_v=0$), en el hato Criollo Lechero Centroamericano del CATIE.	166
36A	Estimadores de los coeficientes de regresión lineal (β_1) de producción de leche (PL305), grasa (PG305), y proteína a 305 días (PP305), edad al primer parto (EPP) e intervalo entre partos (IEP), sobre consanguinidad de la vaca (F_v), excluyendo animales con coeficiente de consanguinidad igual a cero ($F_v=0$), en el hato Criollo Lechero Centroamericano del CATIE.....	167
37A	Estadísticas descriptivas de F_v en las categorías de consanguinidad de la vaca (F_v), creadas en las características estudiadas en el hato Criollo Lechero Centroamericano del CATIE.....	168
38A	Medias de mínimos cuadrados (MMC) y errores estándar (EE) de cada categoría de consanguinidad de la vaca (F_v), en cada una de las características estudiadas en el hato Criollo Lechero Centroamericano del CATIE.....	169
39A	Resumen de significancia de los efectos considerados en el análisis de varianza de mínimos cuadrados, realizado para estimar las medias de mínimos cuadrados por categoría de consanguinidad de la vaca (F_v), en cada una de las características estudiadas en el hato Criollo Lechero Centroamericano del CATIE.....	170

LISTA DE FIGURAS

Número	Título	Página
<u>En el texto:</u>		
1	Años de uso de sementales Romosinuano durante los años 1964-1991 en el hato de carne del CATIE.....	50
2	Promedios acumulativos de Fc, Fp y Fv en el hato Romosinuano del CATIE de 1970 a 1991.....	51
3	Incrementos anuales de Fc, Fp y Fv en el hato Romosinuano del CATIE de 1971 a 1991.....	52
<u>En el apéndice:</u>		
1A	Ejemplo de un pedigree en el hato Romosinuano del CATIE.....	171
2A	Ejemplo de un pedigree en el hato Criollo Lechero Centroamericano del CATIE.....	172

1. INTRODUCCION

La consanguinidad es un fenómeno que se produce cuando se aparean individuos reproductores relacionados entre sí a través de uno o mas ancestros comunes (Wright, 1921; Falconer, 1981; Gillois, 1988). Tales apareamientos producen mayor homocigosidad en la población donde esto ocurre, a costa de reducir la heterocigosidad (Wright y McPhee, 1925). El coeficiente de consanguinidad (F) es una medida de la disminución en la proporción de genes heterocigóticos con respecto a la que había cuando se comenzó a practicar cruzamientos consanguíneos. Los efectos fenotípicos de F son generalmente negativos sobre características relacionadas con la aptitud de la población, efectos maternos, crecimiento y producción de leche, entre otras (Dickerson, 1972; Falconer, 1981; Pirchner, 1985; Young et al., 1988).

Los efectos de consanguinidad se han estudiado en varias especies en diferentes sistemas agroecológicos. Por ejemplo en bovinos de carne bajo condiciones climáticas templadas se ha observado que consanguinidad, provoca una reducción de 0.465 Kg en el peso a los 180 días por cada aumento porcentual (Nelms y Straton, 1967). Por otro lado en las mismas condiciones climáticas, en ganado de leche un incremento del 1% en F reduce 23.8 Kg la producción de leche por lactancia (Hermas et al., 1987). Efectos detrimentales de consanguinidad sobre varias características en diferentes especies animales de interés para el hombre han sido reportados por varios investigadores (Bereskin et al., 1968; Khana et al., 1979; Leymaster et al., 1979; Leymaster y Swiger, 1981; Ercanbrack y Knight, 1981;

Ercanbrack y Knight, 1983; Ercanbrack y Knight, 1991; Lamberson et al., 1982; Lamberson y Thomas, 1984; Klemetsdal y Johnson, 1989). La reducción en el comportamiento animal provocado por consanguinidad es conocida como depresión endogámica (Falconer, 1981). Los efectos de consanguinidad son mas pronunciados en condiciones ambientales que provoquen estrés (Keller y Brinks, 1978).

La consanguinidad ocurre a corto o largo plazo en poblaciones o hatos manejados genéticamente de manera cerrada De Roo (1988), es decir en hatos con mínima introducción y/o salida de germoplasma, o en sistemas de apareamientos mal planeados (por ejemplo donde un semental es usado por mucho tiempo pudiendo aparearse con sus hijas, nietas o su madre). Mikami et ál. (1977), señalan que la consanguinidad es una consecuencia inevitable en poblaciones cerradas, surgiendo la necesidad de evaluar sus efectos cuando se interpreten respuestas tanto directas como correlacionadas. Aún en poblaciones genéticamente no cerradas, la determinación de los niveles de consanguinidad es importante por los efectos detrimentales que ejerce sobre características económicamente importantes (Allaire y Henderson, 1965; Young, 1984; Young et al., 1988).

La consanguinidad también se usa con fines positivos Van Vleck et al. (1987), señalan que el apareamiento de un semental con un grupo de sus hijas (cruzamiento consanguíneo), es un método efectivo para probar si un semental es portador de características indeseables. Un amplio uso de consanguinidad en la industria avícola es la obtención de líneas altamente

consanguíneas para su posterior utilización en cruzamientos para aprovechar heterosis (Dickerson, 1972; Abplanalp, 1988).

La importancia económica y biológica de consanguinidad bajo condiciones tropicales es poco conocida a pesar de que existen hatos manejados en forma cerrada y la utilización de sementales a nivel de pequeños productores carece de control (Gallardo, 1989). Esto, aunado a las condiciones tropicales adversas a las que los animales tienen que adaptarse, descienden los niveles de productividad (Vercoe y Frisch, 1984; Franklin, 1986; Johnson, 1987). Es posible que el efecto de consanguinidad esté contribuyendo a este bajo nivel de producción.

Los hatos Bos taurus de Criollo Lechero Centroamericano, y Romosinuano del CATIE, fundados en 1948 el primero y en 1959 el segundo, De Alba (1985 y 1984), han evolucionado bajo las condiciones de Turrialba (Trópico húmedo). En el hato lechero, compuesto principalmente por Criollo Lechero Centroamericano, han habido pocas introducciones de germoplasma desde su fundación. En el caso del hato de carne, compuesto principalmente por ganado Romosinuano, se ha mantenido cerrado por completo con el inevitable aumento en el nivel de consanguinidad acumulativo a lo largo de los años.

Aún cuando el efecto de consanguinidad ha sido tomado en cuenta en estos hatos, cuando se han hecho los distintos análisis de datos para estimar variabilidad genética en características de importancia económica (Martínez, 1986; Casas, 1990), sus efectos acumulativos no se han estudiado.

Objetivos:

Por las consideraciones anteriormente mencionadas, los objetivos que tiene el presente trabajo son:

1) Determinar la contribución de los animales fundadores del hato sobre características de crecimiento pre y postdestete de los animales contemporáneos en el hato Romosinuano.

2) Cuantificar el efecto de consanguinidad sobre el comportamiento reproductivo en el ganado Criollo Lechero Centroamericano y Romosinuano.

3) Cuantificar el efecto de consanguinidad de la cría y de los progenitores, particularmente las madres, sobre características maternalmente influenciadas en el ganado Romosinuano (crecimiento predestete).

4) Cuantificar el efecto de consanguinidad de las crías sobre características de crecimiento postdestete en el ganado Romosinuano.

5) Cuantificar el efecto de consanguinidad del individuo, sobre la producción de leche, grasa y proteína en el ganado Criollo Lechero Centroamericano.

6) Determinar el nivel crítico de consanguinidad para características productivas, de crecimiento y reproductivas en ganado Criollo Lechero Centroamericano y Romosinuano de la finca experimental del área de Ganadería Tropical del CATIE.

7) Cuantificar las pérdidas económicas causadas por efectos de consanguinidad en las características bajo estudio.

2. REVISION DE LITERATURA

A finales del siglo XIX Bakewell, citado por Pirchner (1985), observó que la consanguinidad fijaba ciertas características y la usó en la formación de algunas razas modernas de ganado, aunque esto fue a través de apareamientos consanguíneos empíricos. Posteriormente, con base en el éxito obtenido por los híbridos en la producción de maíz en las décadas de los 20's y los 30's, East y Jones (1919), citados por Lamberson y Thomas (1984), se establecieron numerosos trabajos con el fin de obtener líneas altamente endogámicas para posteriormente usarse en cruzamientos. Sin embargo, en muchos de ellos las líneas consanguíneas se extinguieron en el proceso por los efectos detrimentales que ejerce consanguinidad a través del aumento en la homocigosidad de la población a costa de reducir la heterocigosidad, ya que los efectos de consanguinidad y heterosis son genéticamente contrarios puesto que esta última produce más heterocigosidad (Dickerson, 1972; Brinks y Knapp, 1975).

La presencia de la consanguinidad es principalmente función del sistema de apareamiento. A continuación se describen los sistemas de apareamiento que provocan consanguinidad y sus efectos sobre distintas características de importancia económica y biológica.

2.1 Sistemas de apareamiento y manejo genético que provocan consanguinidad.

Sistemas de apareamientos entre hermanos completos, medios hermanos, progenie-progenitores o entre primos de varios grados indudablemente, conlleva a que halla influencia de consanguinidad en la población donde se practican (Turner y Young, 1969; Pirchner, 1985).

En los hatos manejados genéticamente de manera cerrada, es decir aquellos que producen sus propios animales de reemplazo, ocurre una acumulación de F en cada generación (Spiess, 1977). Este hecho se acentúa en poblaciones con tamaño efectivo de población (N_e) reducido (Ferreira *et al.*, 1989). En este caso el incremento de homocigosidad es una fracción de la heterocigosidad remanente en la población (Turner y Young, 1969). Este problema no se presenta cuando se trata de poblaciones relativamente grandes.

Es posible realizar selección genética en hatos cerrados. Por ejemplo, Tewolde (1988) reportó tendencias genéticas anuales positivas de 0.02 Kg y 1.6 Kg para peso al nacimiento y peso al destete, respectivamente, en un hato cerrado de ganado Romosinuano bajo condiciones tropicales. En ganado de leche Acharya y Lush (1968), en un hato cerrado de la raza Hariana en la India, obtuvieron progresos genéticos de 1.5% del rendimiento promedio de la primera lactancia. Rendel y Robertson (1950), desarrollaron un método teórico donde estimaron la máxima ganancia genética posible de producción de leche en un hato lechero, bajo selección dirigida obteniéndose 1% de ganancia por año. Pero cuando lo aplicaron a un hato este se redujo al 0.7%

anual. Aún así hatos manejados genéticamente cerrados todavía ofrecen algunas ventajas bajo determinadas condiciones.

Dinkel et al. (1968), señalan algunas ventajas del manejo genético cerrado en un hato aún y cuando los niveles de F se incrementen. Entre éstas mencionan el incremento de prepotencia (transmisión mas fiel de las características de los progenitores a su progenie), mejoramiento en la exactitud de la medición en las características a seleccionar y la oportunidad de evitar la introducción de defectos genéticos. Sin embargo los mismos investigadores señalan que estas ventajas se logran en la medida que los efectos de consanguinidad no sean significativamente severos.

Por otro lado, es común que en los países tropicales los sementales sean utilizados bajo diferentes modalidades. Entre éstas se incluyen que un sólo semental se utilice en varias fincas en forma rotativa por varios años o que sólo se tenga un semental por varios años (Gallardo, 1989), creándose la posibilidad de que se aparee con su madre, hijas o nietas generando así progenie consanguínea. Esto aunado a las adversas condiciones del trópico (Vercoe y Frisch, 1984; Franklin, 1986; Johnson, 1987); lo mezclado que son los genotipos existentes cuando se trata de productores pequeños y medianos (Tewolde, 1986; Bondonc et al., 1989); y al hecho que los efectos de consanguinidad sean mas severos bajo condiciones de estrés (Keller y Brinks, 1978), contribuye a reducir los niveles de productividad que se observan en estos países. Por lo que el conocimiento de los niveles críticos de consanguinidad y sus

efectos sobre algunas características de importancia económica, cobra mayor importancia.

2.2 Efectos fenotípicos de consanguinidad en producción animal.

En la literatura se reportan diversos efectos fenotípicos negativos provocados por consanguinidad en las distintas especies de animales domésticos. Por ejemplo, el favorecimiento de la presentación de fenotipos no deseables en homocigosis recesiva (Thompson et al., 1957; Falconer, 1981; Pirchner, 1985). Cuando los niveles de consanguinidad son superiores a 5-7% se afectan en mayor o menor grado características de crecimiento (Dinkel et al., 1968; Nelms y Straton 1967; Brinks y Knapp, 1975; Reddy, y Sampath, 1989), de comportamiento reproductivo (Krehbiel et al., 1969; Dinkel et al., 1972; Klemetsdal y Johnson, 1989; MacNeil et al., 1989) y de producción de leche (Thompson et al., 1957; Hilliers y Freeman, 1964; Mi et al., 1965; Thomson y Freeman, 1967; Hodges et al., 1979; Bonczek y Young, 1980; Hermas et al., 1987; Young et al., 1988; Ferreira et al., 1989).

La respuesta a consanguinidad para una misma característica difiere entre líneas o familias dentro de la población (Krehbiel et al., 1969; Ferreira et al., 1989). Esta variabilidad en respuesta bien puede ser función de las diferencias en frecuencias génicas o de diferentes proporciones de consanguinidad entre líneas.

2.2.1 Reproducción y sobrevivencia.

El éxito económico de una empresa pecuaria, está en gran parte determinado por el éxito reproductivo de los animales. Por otra parte, de las características que más sufren la depresión endogámica, por lo menos teóricamente, son aquellas relacionadas con la eficiencia reproductiva y la sobrevivencia de los animales. Es decir aquellas que mayormente se encuentran influenciadas por efectos genéticos no aditivos y ambientales (Dickerson, 1972; Falconer, 1981). Cobra importancia, entonces estudiar el efecto de consanguinidad sobre estas características.

Krehbiel et al. (1969). en un estudio de 1504 y 1606 registros de Angus y Shorthorn puros, obtenidos entre los años 1950 a 1962 en Estados Unidos, compararon el efecto de tres sistemas de apareamiento (SA): 1) endogámico. 2) bajo selección y 3) exocria, sobre fertilidad y sobrevivencia al destete en las dos razas. Los coeficientes de F variaron de 0.7% a 19.9%, de 0.8% a 6.4% y de 0.3% a 7.5% para los tres SA en la raza Angus, mientras que para la raza Shorthorn éstos fueron de 1.1% a 30.0%, de 1.0% a 5.6% y de 3.4% a 11.0%, para los mismos SA. Los efectos de F sobre fertilidad, definida como nacimiento de una cría (viva o muerta), fueron altamente significativos ($P < 0.01$) para SA en la raza Angus, pero no así en la raza Shorthorn. Cuando analizaron el efecto de consanguinidad sobre fertilidad en los grupos endogámicos dentro de cada raza, encontraron diferencias altamente significativas en ambas razas, pero no hubo diferencia entre los dos grupos de selección, los cuales fueron establecidos para comparaciones. En el mismo trabajo, coeficientes de regresión parcial lineal fueron calculados para fertilidad de los grupos consanguíneos sobre el nivel de F del apareamiento, de la

madre y del semental dentro de la edad de la vaca, edad del semental y línea, los valores de los coeficientes de regresión parcial indicaron de 0% a 0.4% y de 0% a 0.1% de descenso en la fertilidad por cada unidad porcentual de aumento en F, en las razas Angus y Shorthorn, respectivamente. Sugieren que los coeficientes de regresión parcial parecen tener poco mérito para la predicción o para la generalización, explican que esto pudo suceder porque tuvieron correlaciones entre las variables independientes en las líneas consanguíneas. En otro trabajo Mares et al. (1958), estudiaron la tasa de concepción y pérdida embrionaria en vacas de la raza Holstein de más de un parto. De 513 primeras inseminaciones, el 58.3% resultaron en concepciones, para el grupo de vacas consanguíneas el promedio fue 36.8% mientras que para el grupo no consanguíneo fue 65.7%. La pérdida embrionaria fue 27.4% para embriones consanguíneos de madres consanguíneas, 26.0% para embriones no consanguíneos de madres consanguíneas, 12.9% por ciento para embriones consanguíneos de madres no consanguíneas y 13.7% para embriones no consanguíneos de madres no consanguíneas.

Hodges et al. (1979), encontraron un aumento no significativo de 2 días en el intervalo entre partos en la raza Holstein asociado con el aumento de 1% en F. Los niveles de F en este estudio variaron de 3.12% a 15.62%. Por otra parte, en ganado de la raza Guernsey, Hermas et al. (1987), utilizaron 581 registros obtenidos entre 1958 y 1981 para estudiar el efecto de niveles moderados de F sobre características reproductivas, encontraron que por cada 1% de aumento en F el número de servicios por concepción aumentó 0.17, la tasa de concepción se

redujo 3.3%, hubo un incremento de 2 días tanto en días en lactancia a primer servicio como en días abiertos, y de 1 día en el período de servicio, definido este como los días del primer servicio al servicio electivo o al desecho si no hubo preñez. Los niveles de F en este estudio variaron de 0% a 25.3% con promedio de 4.1%. En Brasil Drumond et al. (1990), reportaron aumentos significativos ($P < 0.05$) de 2.36 ± 0.95 y 1.59 ± 0.62 días en la edad al primer parto y primer intervalo entre partos, respectivamente, por cada aumento porcentual en F en la raza Nelore. Por su parte Casas (1990), reporta un efecto negativo significativo ($P < 0.05$), de consanguinidad sobre edad al primer parto en el ganado Criollo Lechero Centroamericano. En el Cuadro 1 se resumen los resultados obtenidos en diversos trabajos realizados con la finalidad de estudiar el efecto de consanguinidad sobre características reproductivas.

Como se indicó anteriormente, además de las características relacionadas con la reproducción, la consanguinidad también afecta la sobrevivencia. Dinkel et al. (1972), estudiaron en la raza Hereford el efecto de F sobre fertilidad, medida como el nacimiento de una cría, sin importar su condición al nacimiento, y sobrevivencia al destete en dos sistemas de apareamiento (SA): endogámico y esencialmente no endogámico. En el primero F varió de 16% a 29% y de 4% a 22% en crías y madres, respectivamente, mientras que en el segundo la variación observada fué de 0% a 5% y de 0% a 4% en crías y madres, en ese orden. El efecto de SA fué significativo ($P < 0.005$) sobre fertilidad, con el SA no endogámico promediando 0.08 más becerros al parto. La diferencia de 0.07 más

becerros al destete fué significativa ($P < 0.10$), a favor del mismo SA. Las líneas dentro de cada SA no fueron significativamente diferentes para fertilidad, pero si lo fueron ($P < 0.025$) para sobrevivencia al destete. En este trabajo iniciado en 1952, fueron utilizados 1343 registros de partos potenciales de un período de 13 años. En otro estudio, Stonaker (1954) trabajando con ganado Hereford, encontró que los apareamientos no consanguíneos superaron a los apareamientos consanguíneos en 30% en el número de becerros sobrevivientes al destete. Los promedios de consanguinidad fueron 30% y 20% para crías y madres, respectivamente.

En un trabajo que se realizó bajo condiciones tropicales en la India con la raza Red Sindhi, se encontró 15.02% y 5.03% de mortalidad hasta un año de edad para animales consanguíneos y no consanguíneos respectivamente, (Reddy y Sampath, 1989).

Norman et al. (1981) encontraron que las vacas Hereford X Angus tuvieron más altas concentraciones de Inmunoglobulina G₁ (IgG₁), en el calostro que las vacas Hereford puras y que los becerros de las vacas cruzadas tuvieron consistentemente mayores concentraciones de IgG₁, que los provenientes de vacas Hereford. Estos resultados indican que la mayor sobrevivencia de los becerros cruzados puede deberse a las mayores concentraciones de IgG₁. Gilbert et al. (1988) plantean que la menor sobrevivencia de los animales consanguíneos puede deberse a las menores concentraciones de IgG₁ en el suero, para ello analizan datos de las razas Angus, Brangus, Red Angus y Simmental, encuentran que

la consanguinidad de la madre reduce significativamente la concentración de IgG₁ en el calostro a 36 horas del parto.

El efecto de F sobre fertilidad y sobrevivencia en otras especies es similar a lo señalado anteriormente para bovinos. Por ejemplo en ovinos, Lamberson y Thomas (1984), revisaron resultados de diversos trabajos en esta especie y encontraron reducción de 1.2% a 1.6% en fertilidad por cada aumento de 1% en F de la oveja. También presentan los estimadores de los coeficientes de regresión de sobrevivencia al destete sobre F de la madre y de la cría, y observaron variación de -0.171 a 0.186 y de -0.156 a 0.071, respectivamente. Mencionan que la prolificidad es poco afectada por la consanguinidad. En cerdos Mikami et al. (1977) y Toro et al. (1988); en caballos Cothran et al. (1984) y Klemetsdal y Johnson (1989) reportaron efectos detrimentales de consanguinidad sobre el comportamiento reproductivo.

Cuadro 1. Efecto de consanguinidad del individuo sobre características reproductivas en diversas razas de ganado bovino.

Raza (N)	Estimador del coeficiente de regresión lineal, unidades y características	Autores
Angus (1504)	0% a -0.4% fertilidad (nacimiento de una cría)	Krehbiel et al (1969)
Shorthorn (1606)	0% a -0.1% fertilidad (nacimiento de una cría)	
Sahiwal (967) ¹	-1.2±2.7 días edad al primer parto -1.2±2.1 días primer intervalo entre partos	Ahmad et al (1973)
Holstein (1178)	2 días intervalo entre partos	Hodges et al (1979)
Holstein (948)	0.024 número de servicios por concepción 0.84 días a concepción 0.65 días edad al primer parto	Bonczek y Young (1980)
Ayrshire (50688)	0.23 días primer intervalo entre partos	Hudson y Van Vleck (1984)
Guernsey (61773)	0.27 días primer intervalo entre partos	
Holstein (1474995)	0.09 días primer intervalo entre partos	
Jersey (81639)	0.63 días primer intervalo entre partos	
Pardo Suizo (18516)	.03 días primer intervalo entre partos	
Guernsey (246)	0.17 número de servicios por concepción -3.3 % tasa de concepción 1.4 días período de servicio 2.3 días días abiertos -3.7 días edad al primer parto	Hermas et al (1987)
Hereford (54)	-0.23 % tasa de preñez -1.17 % tasa nacimiento	MacNeil et al (1989)
Nelore (792)	2.36±0.95 días edad al primer parto 1.59±0.62 días primer intervalo entre partos	Drumond et al (1990)

De los resultados reportados en los trabajos revisados puede concluirse que el efecto de consanguinidad es negativo tanto para fertilidad como para sobrevivencia al destete.

2.2.2 Crecimiento predestete y postdestete.

El efecto de consanguinidad sobre características de crecimiento ha sido también ampliamente estudiado en ambientes templados. Por ejemplo, Dinkel et al. (1968), estudiando el efecto de F sobre el crecimiento y conformación en el ganado Hereford, encontraron significativos el efecto lineal ($P < 0.05$) y cuadrático ($P < 0.01$) sobre calificación y peso al destete tanto en terneros (nivel de consanguinidad en las crías), como en terneras (nivel combinado de consanguinidad de la cría y de la madre). En el mismo trabajo se encontró significativo el efecto combinado de consanguinidad de la cría y de la madre ($P < 0.05$), sobre peso y calificación a los 196 días postdestete en los machos. Para el caso de las hembras el efecto cuadrático de F de la madre fué altamente significativo ($P < 0.01$) para peso a los 196 días postdestete.

En otro trabajo, Nelms y Straton (1967), estudiando la selección y el cambio fenotípico en una línea cerrada de ganado Hereford, encontraron un efecto detrimental significativo ($P < 0.01$) de F de la cría (F_c) sobre el peso al destete (180 días), se observó una disminución de 0.465 Kg por cada 1% de incremento de F_c . El promedio de F de las madres fué de 5% y no tuvo efecto significativo sobre ninguna de las características que estudiaron. En la India Reddy y Sampath (1989) encontraron

significativo ($P < 0.01$) el efecto de F de la madre sobre el peso al nacimiento en la raza Red Sindhi. En los cuadros 2 y 3 se resumen los resultados de varios trabajos realizados para estudiar el efecto de consanguinidad sobre características de crecimiento pre y postdestete, respectivamente, en diversas razas de ganado bovino.

Cuadro 2. Efecto de consanguinidad de la cría (Fc) y de la madre (Fv) sobre peso al nacimiento (PN), peso al destete (PD) y ganancia diaria predestete (GDPRE) en diversas razas de ganado bovino.

Raza (N)	Coeficiente de regresión lineal			Autores	
		PN (Kg)	PD (Kg)		GDPRE (gms)
Holstein (654)	Fc	-0.127			Tyler et al (1946)
Hereford (283)	Fc	-0.17±0.05	-0.64±0.26	-2.3±1.2	Swiger et al (1961)
	Fv	-0.01±0.05	-0.06±0.26	-0.2±1.2	
Hereford (677)	Fc	-0.02±0.03	-0.02±0.17	0.0±0.8	Swiger et al (1961)
	Fv	-0.05±0.03	-0.01±0.17	-0.2±0.8	
Hereford (2092)	Fc	-0.08±0.06	-0.31±0.29		Swiger et al (1962)
	Fv	-0.03±0.03	-0.09±0.17		
Hereford (2027)	Fc ^a	-0.13 ^c	-0.46	-0.56	Brinks et al (1963)
	Fc ^b	-0.40	-1.71	-2.11	
Guernsey (90)	Fv	-0.14±0.054			Hillers y Freeman (1964)
Hereford (302)	Fc	-0.015	-0.465	1.055	Nelms y Stratton (1967)
	Fv	-0.026	0.265	1.270	
Sahiwal (403)	Fv	-0.043±0.02			Srinivas y Gurnani (1981)
Hereford (54)		-0.05	-0.47		MacNeil et al (1989)

^a Machos.

^b Hembras.

^c No indican unidades.

Cuadro 3. Efecto de consanguinidad del individuo sobre características de crecimiento postdestete en diversas razas de ganado bovino.

Raza (N)	Coeficientes de regresión lineal y característica de crecimiento		Autores
Hereford (860)	-0.5	gm ganancia/día postdestete (Fc hembras)	Dinkel et al (1968)
	-1.0	gm ganancia/día postdestete (Fv hembras)	
	0.2	gm ganancia/día postdestete (Fc machos)	
	2.3	gm ganancia/día postdestete (Fv machos)	
Hereford (302)	-0.147	Kg Peso al año (Fc)	Nelms y Stratton (1967)
	0.500	Kg Peso al año (Fv)	
Guernsey (90)	-0.676±0.286 Kg peso al año		Hillers y Freeman (1964)
Guernsey (90)	-0.862±0.449 Kg peso a los 2 años		

En otras especies se han encontrado resultados similares. Por ejemplo en ovinos, Lamberson y Thomas (1984) en un trabajo de revisión reportaron que en la mayoría de los trabajos revisados, F de la madre y del individuo tuvieron efectos negativos sobre los pesos al nacimiento y al destete. En promedio, calcularon que un aumento del 1% en F del individuo redujo en 0.013, 0.111 y 0.178 Kg los pesos al nacimiento, al destete y postdestete, respectivamente. F de la madre tuvo el mismo efecto detrimental sobre el peso al nacimiento, pero menor para los pesos al destete y postdestete. En porcinos Mikami et al. (1977) reportaron resultados similares.

2.2.3 Producción de leche.

Los efectos de consanguinidad sobre producción de leche y grasa han sido bien estudiados en ambientes templados. Por ejemplo, Hillers y Freeman (1964) estudiando registros de ganado Guernsey obtenidos de 1944 a 1961, mediante regresión intrasemental y por regresión promedio ponderada, encontraron reducciones de 16.34 ± 8.17 y 23.15 ± 6.35 Kg; 0.75 ± 0.37 y 1.01 ± 0.21 Kg de leche y grasa a 305 días, respectivamente, por un aumento de 1% en F del individuo. En otro trabajo Thomson y Freeman (1967), estudiando registros de la raza Holstein, mediante regresión intrasemental de producción de leche sobre el nivel de F, encontraron reducciones significativas ($P < 0.01$) de 23.0 ± 11.0 Kg de leche y 0.78 ± 0.36 Kg de grasa, el porcentaje de grasa disminuyó 0.0004% por cada aumento porcentual en F de la vaca. Hudson y Van Vleck (1984) observaron reducciones en la producción de la primera lactancia de 14.8 a 39.5 Kg de leche y de 0.78 a 1.36 Kg de grasa para el mismo aumento de consanguinidad en las razas Ayrshire, Guernsey, Holstein, Jersey y Pardo Suizo. Similares resultados han sido reportados en otros trabajos (Mi et al., 1965; Pearson et al., 1977; Hodges et al., 1979; Hermas et al., 1979; Bonczek y Young, 1980; Young, 1984). Schmidt y Van Vleck (1974) consideran, basándose en resultados de varios trabajos, que por cada 1% de consanguinidad se reduce en aproximadamente 22.7 Kg la producción de leche a 305 días.

En ambientes tropicales Ferreira et al. (1989), analizaron 6213 registros semanales de producción de leche en un rebaño

Caracú en Brasil, no encontraron efecto significativo de F sobre producción de leche cuando estudiaron todas las lactancias, pero cuando hicieron análisis por número de lactancia, observaron significativos los efectos lineal y cuadrático para la producción de leche de las primera y segunda lactancias. Encontraron que la máxima producción se obtiene con valores para F de 7.07% en la primera y 4.45% en la segunda lactancia. Acorde con los resultados que Ferreira et al. (1989) obtuvo en Brasil; en la India Odedra et al. (1977) en la raza Gir y Reddy y Nagarckenkar (1988) en la raza Sahiwal encontraron que niveles moderados de consanguinidad no tuvieron efectos significativos sobre producción de leche en la primera lactancia.

En el Cuadro 4 se resumen los resultados de varios trabajos de investigación realizados con la finalidad de estudiar el efecto de consanguinidad sobre producción de leche y grasa en varias razas.

Cuadro 4. Efecto de consanguinidad sobre producción de leche y grasa en diversas razas de ganado bovino.

Raza (N)	Registros	Leche (Kg)	Grasa (Kg)	Grasa (%)	Autores
Rojo Danés (317)	PL305D ^a	-10.4	-0.13		Thompson et al (1957)
Holstein (534)	PLP305D	-24.5	-0.78	.003	Von Krosigk y Lush (1958)
Holstein (495)	PL 1a L 305D ^b		-1.23		Von Krosigk y Lush (1958)
Guernsey (90)	PL243D	-16.3	-0.75		Hillers y Freeman (1964)
Holstein (1300)	PL305D	-15.3	-0.40		Allaire y Henderson (1965)
Sahiwal (967)	PL 1a L 305D	-2.2			Ahmad et al (1974)
Holstein (178)	PL305D	-22.8	-0.53		Hodges et al (1979)
Holstein (948)	PL 1a L 305D	-37.5	-1.47		Bonczek y Young (1980)
Ayrshire (50688)	PL 1a L 305D	-27.1	-1.2		Hudson y Van Vleck (1984)
Guernsey (61773)	PL 1a L 305D	-19.3	-0.97		Hudson y Van Vleck (1984)
Holstein (1474995)	PL 1a L 305D	-21.1	-0.78		Hudson y Van Vleck (1984)
Jersey (81639)	PL 1a L 305D	-14.8	-0.80		Hudson y Van Vleck (1984)
Pardo Suizo (18516)	PL 1a L 305D	-39.5	-1.36		Hudson y Van Vleck (1984)
Guernsey (238)	PL 1a L 305D	-23.8	-1.25	.002	Hermas et al (1987)

^a Producción de leche promedio de todas las lactancias a 305 días, dos ordeños por día y equivalente maduro.

^b Producción de leche en la primera lactancia a 305 días, dos ordeños por día y equivalente maduro.

De los resultados obtenidos en los trabajos revisados se puede concluir que el efecto de consanguinidad sobre producción de leche y grasa es detrimental. Puede visualizarse la existencia de un punto crítico para este efecto.

2.3 Influencia de los animales fundadores sobre el comportamiento de animales contemporáneos en hatos cerrados.

A medida que las generaciones transcurren en una población bajo selección, existe una pérdida de algunos genes ya que los animales con mayor mérito genético para la(s) característica(s) serán preferidos y se seleccionarán. Los efectos de esto se observarán en el comportamiento productivo de los animales de generaciones futuras.

McClintock y Cunningham (1974), en un trabajo pionero de esta teoría realizado en ganado de doble propósito, producción de leche en las hembras y carne en machos y hembras excedentes de la lechería (sistema europeo), establecen que el valor de un semental puede ser definido como:

$$T = V_1 B_1 + V_2 B_2 + \dots + V_p B_p + W_1 D_1 + W_2 D_2 + \dots + W_q D_q$$

$$= \sum V_i B_i + \sum W_j D_j$$

Donde los B_i 's son los valores genotípicos individuales para las p características de producción de carne y los D_j 's son los valores genotípicos individuales para las q características lecheras. Los valores V_i y W_j son los factores económicos de ponderación correspondientes. Cuando un semental es usado vía

inseminación artificial el descendiente resultante bien puede dedicarse a producir carne o leche. Si lo primero ocurre su progenie mostrará una expresión de su genotipo para producción de carne, si lo segundo ocurre, pueden tenerse varias expresiones de su genotipo lechero a través de su hija, y la posibilidad de futuras expresiones tanto de su genotipo para producción de leche como para producción de carne en nietas y descendientes más lejanos. De tal manera que el valor de una unidad de superioridad genética para una característica de producción de carne o leche a través de una inseminación, depende de dos factores: El valor económico por unidad de superioridad y el número de veces que tal superioridad es expresada.

Dado que el genotipo de un semental puede ser expresado en parientes de diverso grado y en varios puntos a través del tiempo las bases del procedimiento de estos autores es que los retornos diferidos son menos valiosos que los mismos retornos en el tiempo presente. De hecho lo consideran simplemente como una tasa de interés compuesto en reversa. De aquí su nombre de técnica de flujo de descuento genético.

En una extensión del método de McClintock y Cunningham, Danell et al. (1976) clasifican, de acuerdo a la forma en que se eligen los animales de cría y reemplazos, las poblaciones de animales domésticos en tres categorías:

- 1) Hatos que producen sus propios reemplazos de ambos sexos, se denominan poblaciones núcleos.

2) Hatos que producen las hembras de reemplazo pero que compran todos los machos de otras poblaciones, se denominan poblaciones subnúcleos.

3) Hatos comerciales que no producen ningún animal para reemplazo.

Los tres tipos de poblaciones difieren en su capacidad para mantener la contribución genética del (los) animal(es) en consideración. En las poblaciones núcleos los genes son transferidos a las futuras generaciones por ambos sexos. En el caso de las poblaciones subnúcleos los genes de un apareamiento inicial son transmitidos solamente por las hembras. La frecuencia será dividida por la mitad en cada generación. Todos los genes que se transmiten a machos son perdidos. En hatos comerciales todos los animales se desechan por lo que no habrá transmisión de genes de apareamientos específicos de una generación a la siguiente.

Algunas modificaciones de la teoría son necesarias para su aplicación a poblaciones bajo apareamiento endogámico (Danell, 1976). En tal situación los coeficientes de parentesco entre los animales contemporáneos y los coeficientes de consanguinidad pueden ser usados para cuantificar el aporte de los animales fundadores al comportamiento productivo y reproductivo actual de ellos.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación y descripción del lugar del estudio.

Para la realización de este trabajo se utilizaron los registros de producción y reproducción de la finca experimental del área de Ganadería Tropical del CATIE, generados de 1959 a 1991 en el hato de carne y de 1954 a 1991 en el hato de leche. La finca se encuentra ubicada en Turrialba, Costa Rica a $9^{\circ} 53' 21''$ latitud norte y $83^{\circ} 39' 40''$ longitud oeste, a 645 msnm. El clima corresponde a un Af, de acuerdo a la clasificación de Köppen (García, 1981). Presenta una temperatura media anual de 22.5°C , siendo la máxima de 27°C y la mínima de 17.6°C . La precipitación pluvial promedio es de 2609 mm anuales, los meses con menor precipitación son de enero a abril. La humedad relativa promedio es de 87.4 %. Martínez (1986) y Salgado (1988) presentan resúmenes de datos climatológicos de la estación meteorológica del CATIE, ubicada en las inmediaciones de la finca experimental del área de Ganadería Tropical.

3.2 Manejo de los hatos.

En la finca ganadera experimental del CATIE se tiene un hato dedicado a producción de leche y otro a producción de carne. El primero está constituido por animales de las razas Criollo Lechero Centroamericano (CLC), Jersey (J) y sus cruces ($1/2\text{CLC } 1/2\text{J}$, $3/4\text{CLC } 1/4\text{J}$ y $1/4\text{CLC } 3/4\text{J}$, principalmente), mientras que el segundo está formado por animales de las razas Romosinuano (R), Brahman (B) y sus cruces ($1/2\text{R } 1/2\text{B}$, $3/4\text{R } 1/4\text{B}$ y $1/4\text{R } 3/4\text{B}$), principalmente, obtenidos en un sistema de cruzamiento alterno o criss cross. El origen e historia del hato Romosinuano fue

descrito por De Alba (1984) y el de CLC por De Alba (1985) y De Alba y Kennedy (1985).

3.2.1 Hato de carne.

La alimentación del hato de carne es a base de pastoreo rotacional de potreros de gramíneas durante todo el año. Los animales reciben como suplemento sal común y minerales. Las especies de gramíneas de los potreros son Estrella Africana (Cynodon nlemfuensis) y gramas nativas de los géneros Axonopus y Paspalum (Salgado, 1988).

El empadre es de monta controlada, dura 90 días (20 de mayo a 20 de agosto), se planifica con base en los coeficientes de parentesco de todos los animales reproductores Romosinuano en el hato. El objetivo que se persigue es reducir al mínimo posible el incremento en consanguinidad en las generaciones futuras en este grupo racial. Un mes antes del inicio del empadre a los sementales se les ofrece un kilogramo de melaza/día. En el grupo de los mestizos, las vacas que se cruzan con toros Brahman se usa inseminación artificial (IA). La detección de preñez se realiza dos meses después de terminada la temporada de monta. Las vacas que no paren por lo general se desechan si son del segundo parto en adelante, pero si son del primer parto se les da otra oportunidad.

El destete se realiza a los siete meses de edad. Posteriormente los animales destetados se someten a una prueba de comportamiento en pastoreo de aproximadamente 140 días de duración. Esta práctica es incorporada al manejo a partir de 1982. Una descripción mas detallada de los sistemas de manejo

utilizados en el hato de carne del CATIE se encuentra en Tewolde (1988) y Cardona (1989).

La selección de reemplazos tanto de hembras como de machos en este hato, se hace a partir del mismo por lo que ha estado cerrado por varias generaciones. Este hecho ha provocado un constante aumento en la consanguinidad acumulada no obstante los cuidados que se toman cada año durante la planeación del empadre. Lo anterior constituye el planteamiento fundamental del presente trabajo.

3.2.2 Hato lechero.

La alimentación del hato lechero es principalmente a base de pastoreo con excepción de las primeras etapas del desarrollo de las terneras. Los pastos principales son Estrella africana (Cynodon nlemfuensis), y en menor área Guinea (Panicum maximum), Jaragua (Hyparrhenia rufa), Brachiaria, y Grama amarga (Paspalum notatum) (Salgado, 1988).

El hato lechero esta constituido por tres unidades de producción, módulo intensivo, módulo demostrativo y lechería general una descripción detallada de dichas unidades se encuentra en Salgado (1988), Campos (1989) y Casas (1990).

Los machos se eliminan a los pocos días de nacidos en caso que no sean seleccionados como futuros sementales. Las hembras de reemplazo se crían en tres etapas de acuerdo a lo descrito en trabajos anteriores (Martínez, 1986; Salgado, 1988; Campos, 1989; Casas, 1990).

La inseminación artificial (IA) es el sistema principal de reproducción en el hato lechero. La primera inseminación en CLC y

Jersey se hace cuando las vaquillas alcanzan 250 y 240 Kg, respectivamente. Los sementales CLC son del mismo hato con la excepción de introducciones ocasionales que se hicieron de Nicaragua y México en años anteriores. El origen del hato CLC es mayormente el hato de ganado Reyna (CLC en Nicaragua), De Alba (1985), por lo que es prácticamente un hato cerrado provocando las mismas preocupaciones que el hato Romosinuano. De los sementales que se han introducido, salvo en pocas ocasiones, no se cuenta con la identificación de sus padres. Más aún el origen del germoplasma introducido de México es el mismo hato Reyna de Nicaragua y del CATIE. En los casos que se tuvo oportunidad de identificar las genealogías de los animales, se consideraron para el estudio. Se eliminaron cuando hubo dudas.

La preñez se diagnostica dos meses después de la inseminación y a los cinco meses de gestación las vaquillas se incorporan al grupo de vacas secas. Ocho días antes de la fecha probable de parto, se conducen a los parideros, de donde eventualmente se incorporan al grupo de productoras.

El sistema de ordeño en el hato lechero es mecánico, dos veces al día, iniciándose en 1962. En el momento del ordeño las vacas reciben 1 Kg de melaza. La producción de leche individual se registra cada 14 días y la determinación de grasa y proteína se efectúa cada mes.

3.3 Información utilizada en el estudio.

Para la realización de este estudio se consideraron los registros que se encuentran en la base de datos del hato de leche correspondiente de 1948 a 1991, mientras que en el hato de carne

la información utilizada corresponde al período 1959-1991. Las variables consideradas fueron las siguientes:

3.3.1 Hato de carne.

- 1.- Identificación de la vaca,
- 2.- Coeficiente de consanguinidad de la vaca.
- 3.- Fecha de nacimiento de la vaca.
- 4.- Padre de la cría.
- 5.- Coeficiente de consanguinidad del padre de la cría.
- 6.- Fecha del parto de la vaca,
- 7.- Identificación de la cría.
- 8.- Coeficiente de consanguinidad de la cría.
- 9.- Grupo racial de la cría (GRC):
GRC=1 animales con porcentaje menor a 25% R ($R < 25\%$),
GRC=2 animales con porcentaje mayor o igual a 25% y menor o igual a 50% R ($25\% \leq R \leq 50\%$),
GRC=3 animales con porcentaje mayor a 50% R ($50\% < R$),
- 10.- Peso de la cría al nacimiento,
- 11.- Fecha y peso de la cría al destete,
- 12.- Peso de la cría a los 12, 18 y 24 meses de edad,
- 13.- Peso al inicio y al final del período de prueba de pastoreo,
- 14.- Época de parto, donde: Época=1 partos que ocurrieron de enero a abril. Época=2 partos que ocurrieron de mayo a diciembre, Cuadro 2A.

Con base en la información anterior se generaron las siguientes variables:

- i) Ganancia diaria de peso predestete (GDPRE) en Kg. La GDPRE se calculó sustrayendo el peso al nacimiento del peso al destete y dividiendo por la edad al destete.
- ii) Peso al destete ajustado por edad de la cría al destete (PD210 días), edad de la vaca al parto y por sexo de la cría. Los factores de ajuste para las tres características predestete fueron generados en este trabajo.
- iii) Ganancia diaria en Kg durante el período de prueba en pastoreo (GPP). La GPP se calculó restando el peso del animal al inicio de la prueba de pastoreo del peso al final de la prueba dividiéndose por el largo de dicha prueba.
- iv) Edad al primer parto en días (EPP).
- v) Intervalo entre partos en días (IEP).

En este caso se consideraron como variables de respuesta las siguientes:

A) Crecimiento predestete.

- a) Peso de la cría al nacimiento (PN),
- b) Peso de la cría al destete ajustado a 210 días (PD210),
- c) Ganancia diaria predestete (GDPRE),

B) Crecimiento postdestete.

- a) Peso de la cría a 12, 18 y 24 meses (P12MC, P18MC y P24MC),
- b) Ganancia diaria de peso durante la prueba de pastoreo (GPP),

C) Reproductivas.

- a) Edad al primer parto (EPP) e
- b) Intervalo entre partos (IEP).

3.3.2 Hato de leche.

En el hato lechero la base de datos incluyó la siguiente información:

- 1.- Identificación de la vaca.
- 2.- Coeficiente de consanguinidad de la vaca.
- 3.- Fecha de nacimiento de la vaca.
- 4.- Padre de la vaca.
- 5.- Madre de la vaca.
- 6.- Fecha de servicio efectivo.
- 7.- Número y fecha de parto de la vaca.
- 8.- Padre de la cría gestante.
- 9.- Producción de leche, grasa y proteína ajustada a 305 días.
- 10.- Porcentaje de grasa y proteína en leche.
- 14.- Largo de lactancia.
- 15.- Tipo de lactancia.
- 16.- Grupo racial de la vaca (1=CLC, 2=J, 3=1/2CLC-1/2J, 4=3/4CLC-1/4J, 5=1/4CLC-3/4J).
- 17.- Época de parto. Época=1 partos que ocurrieron de enero a abril; época=2 partos que ocurrieron de mayo a diciembre.
- 18.- Tipo de manejo (1=intensivo, 2=demostrativo y 3=lechería general).

Con la información anterior se generaron las siguientes variables:

- i) Edad al primer parto e
- ii) Intervalo entre partos, ambas en días.

Las variables de respuesta consideradas en el presente trabajo, con este hato, fueron:

- a) Producción de leche, grasa y proteína a 305 días (PL305, PG305 y PP305).
- b) Edad al primer parto (EPP) e
- c) Intervalo entre partos (IEP).

3.4 Procedimiento analítico utilizado.

En este trabajo, todos los análisis incluyendo aquellos preliminares se hicieron empleando el paquete estadístico de Harvey (1990) versión para computadora personal (PC), especial para analizar datos desbalanceados. La edición de ellos se hizo usando el paquete Statistical Analysis System (SAS, 1989), también en versión para PC.

3.4.1 Hato de carne.

En primer lugar se desarrollaron los pedigrees de cada individuo contemporáneo nacido hasta 1988, conectándolo hacia los animales fundadores, Cuadro 5. Una muestra de estos pedigrees en este hato se puede apreciar en la figura 1A. Una vez hechos los pedigrees para todos los animales, se analizaron con el procedimiento INBREED de SAS en la Universidad de Missouri (USA) para determinar los niveles individuales de F de padre, madre y

cría, así como de parentesco entre cada individuo contemporáneo y los sementales de fundación. Lo anterior fue porque en el CATIE no se cuenta con este procedimiento en la versión de SAS que se tiene instalada. Una vez obtenidos estos coeficientes fueron agregados a la información contenida en la base de datos del hato de carne de la finca.

En el proceso de edición de los datos en el hato de carne se eliminaron aquellos registros de animales con proporción de genes de la raza Romosinuano igual o menor a 50%. Esto porque en los pares de genes homólogos no pertenecerán ambos a dicha raza.

Dado que los años 1959 a 1965 contaron con reducido número de observaciones, éstas se expresaron como si fuesen registros de 1964 en las características predestete, de 1966 en EPP y de 1965 en IEP, Cuadro 1A. Para el análisis de las características de crecimiento predestete la edad de la madre al parto se categorizó de acuerdo al número de años cumplidos. las edades menores o iguales que 3.5 años se asignaron a la categoría tres años; las menores de 4.5 años pero mayores que 3.5 años se les asignó la categoría 4 años y así sucesivamente hasta aquellas mayores de 12.5 años a quienes se les asignó 13 años. Cuadro 3A.

Una vez que los datos fueron editados se hicieron análisis preliminares, empleándose el siguiente modelo:

$$Y_{ijklm} = \mu + A_i + E_j + EP_k + S_l + I + \beta_1 F_c(S_l) + \beta_2 F_c^2(S_l) + \beta_3 F_v + \beta_4 F_v^2 + \beta_5 F_p + \beta_6 F_p^2 + \epsilon_{ijklm} \quad (1)$$

Donde:

- Y_{ijklm} = PN, PD210, GDPRE, P12MC, P18MC, P24MC, GPP, EPP e IEP.
 μ = Media general cuando el número de observaciones por subclase es igual.
 A_i = Efecto fijo del i -ésimo año de nacimiento de la cría.
 $i = 1964, \dots, 1991$.
 E_j = Efecto fijo de la j -ésima estación de nacimiento.
 $j = 1, 2$.
 EP_k = Efecto fijo de la k -ésima edad al parto, $k = 3, \dots, 13$.
 S_l = Efecto fijo del l -ésimo sexo de la cría, $l = 1, 2$.
 I = Interacciones entre efectos principales.
 β_1 y β_2 = Coeficientes de regresión parcial lineal y cuadrático asociados con la consanguinidad de la cría (F_c y F_c^2), en cada sexo.
 β_3 y β_4 = Coeficientes de regresión parcial lineal y cuadrático asociados con la consanguinidad de la madre (F_m y F_m^2).
 β_5 y β_6 = Coeficientes de regresión parcial lineal y cuadrático asociados con la consanguinidad del padre (F_p y F_p^2) y
 ϵ_{ijklm} = Error aleatorio $NID(0, \sigma^2_\epsilon)$.

El objetivo de emplear este modelo fue el de generar factores de ajuste para las características predestete e IEP y estudiar los posibles efectos de interacciones para que de aquí se siguiera con el modelo final para cada característica. El modelo tuvo modificaciones dependiendo de la variable a estudiar. Por ejemplo, para las características de crecimiento postdestete el modelo no incluyó el efecto de edad de la vaca al parto ni los coeficientes de regresión asociados con consanguinidad del padre y madre, por considerarse que los efectos de consanguinidad de la madre desaparecen después del destete, lo que así confirman

resultados preliminares para estas características. Cuadro 9A. Los análisis de varianza de mínimos cuadrados correspondientes a este modelo para las características de crecimiento predestete, postdestete e IEP se presentan en los Cuadros 5A, 9A y 13A, respectivamente. Las medias de mínimos cuadrados, y factores de ajuste para edad de la vaca al parto obtenidos de éstos análisis, para las características predestete e IEP se presentan en los Cuadros 6A y 14A. En las características predestete el ajuste se hizo hacia siete años de edad al parto, mientras que los registros de IEP se ajustaron hacia cinco años. En todos los casos se utilizaron factores de ajuste multiplicativos por las ventajas que ofrecen en comparación con los aditivos (Cundiff et al., 1966).

Una vez que se hicieron los distintos ajustes (dependiendo de la característica) se prosiguieron los análisis empleándose el siguiente modelo:

$$Y_{ijklm} = \mu + A_i + E_j + S_k + I + \beta_1 F_c(S_k) + \beta_2 F_c^2(S_k) + \beta_3 F_v + \beta_4 F_v^2 + \beta_5 F_s + \beta_6 F_s^2 + \epsilon_{ijklm}. \quad (2)$$

En el modelo 2 de este trabajo, cada uno de los términos en el modelo y las restricciones (dependiendo de la variable a analizar) representan lo mismo que en el modelo 1.

Por otro lado se hizo un análisis adicional para evaluar y cuantificar el efecto de los animales de fundación del hatu Romosinuano (Cuadro 5), sobre las características de crecimiento

pre y postdestete de los animales contemporáneos usando el siguiente modelo:

$$Y_{ijklm} = \mu + A_i + E_j + \beta_1 R_c + \beta_2 R_s + \beta_3 R_f + \beta_4 R_b + \epsilon_{ijkl}. \quad (3)$$

Y_{ijkl} = PN, PD210, GDPRE, P12MC, P18MC, P24MC y GPP

μ = Media general cuando el número de observaciones por subclase es igual.

A_i = Efecto fijo del i -ésimo año de nacimiento de la cría,
 $i = 1979, \dots, 1988$.

E_j = Efecto fijo de la j -ésima estación de nacimiento,
 $j = 1, 2$.

$\beta_1, \beta_2, \beta_3$ y β_4 = Coeficientes de regresión parcial lineales asociados con los coeficientes de parentesco de los animales contemporáneos con carolino (R_c), sancón (R_s), jamaico (R_f) y borrego (R_b),

ϵ_{ijkl} = Error aleatorio $NID(0, \sigma^2_\epsilon)$.

Antes de utilizar este modelo los registros de peso al destete ajustado a 210 días fueron corregidos por edad de la vaca al parto, utilizando los factores de corrección generados en este trabajo. Dado el bajo número de machos en el conjunto de datos para este análisis solo se consideraron las hembras por lo que tampoco el efecto de sexo fue considerado en el modelo. De acuerdo con Searle (1987), el modelo empleado incluyó solamente los efectos principales por que numerosas subceldas de la interacción de año por época estuvieron vacías. En el Cuadro 5 se presentan los animales de fundación del hato Romosinuano.

Cuadro 5. Animales de fundación del hato Romosinuano del CATIE.

Sementales raza		Vacas raza	
Carolino	Romosinuano	R37	Romosinuano
Sancón	"	R38	"
Jamaico	"	1083	Criollo Lechero Centroamericano
Borrego	"	C7	"
		C17	"
		C137	"
		C118	"
		C140	"
		C144	"
		C188	"
		C268	"
		C236	"
		C277	"
		C286	"
		A85	"
		AC16	Brangus X CLC
		BA16	Brahman X Brangus
		A77	Brangus
		A80	"
		A90	"
		A101	"
		A103	"
		H19	Brahman X CLC
		H24	"
		J21	CLC X Brahman
		S5	CLC X Santa Gertrudis
		S13	"
		S14	"
		S17	"
		E6	Santa Gertrudis X CLC
		E8	"
		E14	"
		E24	"
		F7	Charolais X (brahman X Sta Gert)
		F18	"
		F34	"
		F3	"
		NF30	Charolais X (Sta Gert X Brahman)

3.4.2 Hato de leche.

Al igual que en el hato de carne, se desarrollaron los pedigrees de todos y cada uno de los animales contemporáneos con proporción de genes igual o mayor al 50% de la raza CLC, Figura

2A. A partir de ellos se confeccionó un archivo que fue enviado para su análisis con el procedimiento INBREED de SAS en la Universidad de Missouri (USA), por las razones anteriormente citadas. De los resultados de este análisis se obtuvieron los coeficientes de consanguinidad de la vaca, los que fueron agregados a la base de datos del hato lechero existente en la finca experimental del área de Ganadería Tropical.

En el proceso de edición de los datos se eliminaron aquellos con proporción inferior al 50% de los genes CLC, por las mismas razones que fueron mencionadas para el hato Romosinuano. Este trabajo comprendió los años 1954 a 1991 para PL305 y PG305. Los registros anteriores a 1955 se expresaron como que fueran de 1955. Para PP305 se consideró información de 1961 a 1967 y de 1983 a 1991. Cuadro 24A. El número de parto varió de 1 a 16, aquellos mayores o iguales que 10 se incluyeron en esta clase. De igual forma los registros para EPP correspondientes a 1972 se incluyeron en los del año 1971, los del año 1973 como del año 1974, los del año 1976 como del año 1975, los del año 1980 como del año 1979, los del año 1981 como del año 1982 y los del año 1985 como del año 1986. Cuadro 24A. Lo anterior se hizo porque dichos años contaron individualmente con número de registros que varió entre uno y tres.

Para PL305 y PG305, se contó inicialmente con registros de producción de 1235 lactancias. Se eliminaron aquellas que fueron iniciadas por abortos o natimortos, incompletas, de vacas enfermas, en experimentos y de vacas con un solo ordeño o con ordeño con apoyo del ternero. De esta forma, al final se dispuso

de 1127 lactancias habiéndose eliminado el 8.7% por tales razones.

Una vez que los datos fueron editados se procedió a hacer ajustes por número de parto para PL305, PG305, PP305 e IEP. Para ello se utilizaron los factores de ajuste multiplicativos generados por Salgado (1988) y Casas (1990).

Luego de realizar los ajustes correspondientes se procedió a hacer los respectivos análisis empleando el siguiente modelo:

$$Y_{ijk1} = \mu + A_i + E_j + T_k + I + \beta_1 F_v + \beta_2 F_v^2 + \epsilon_{ijk1m} \quad (4)$$

Donde:

Y_{ijk1} = M-ésima observación de PL305, PG305, PP305, EPP o IEP en la k-ésima clase de T, la j-ésima clase de E y la i-ésima clase de A.

μ = Media general cuando existen igual número de observaciones por subclase,

A_i = Efecto fijo del i-ésimo año de parto, $i = 1955, \dots, 1991$,

E_j = Efecto fijo de la j-ésima estación de parto, $j = 1, 2$,

T_k = Efecto fijo del k-ésimo tipo de manejo, $k = 1, 2, 3$.

I = Interacciones entre efectos principales.

β_1 y β_2 = Coeficientes de regresión parcial lineal y cuadrático asociados con consanguinidad de la vaca (F_v y F_v^2),

ϵ_{ijk1} = Error aleatorio $NID(0, \sigma^2_\epsilon)$.

Dependiendo de la variable a estudiar el modelo tuvo modificaciones, por ejemplo, para analizar EPP se excluyó el efecto de tipo de manejo, puesto que hasta el primer parto todas las novillas están sujetas al mismo tipo de manejo. Resultados preliminares con el anterior modelo se presentan en los Cuadros 26A y 30A, para características de producción y reproducción, respectivamente.

3.5 Análisis excluyendo los animales con $F_c=0$ ó $F_v=0$.

Con la finalidad de estudiar el efecto de consanguinidad sobre características de crecimiento predestete, crecimiento postdestete, reproductivas y producción de leche, grasa y proteína en los hatos de carne y leche del CATIE, excluyendo los animales con $F_c=0$ (carne) ó $F_v=0$ (leche), se hicieron análisis eliminando previamente de los archivos los registros de tales animales. Los modelos utilizados para analizar esta información fueron aquellos descritos anteriormente como modelos 2 y 4. Los efectos ambientales considerados en ellos fueron los que resultaron significativos en los análisis finales para cada grupo de características en los dos hatos con dichos modelos. Los análisis de varianza se presentan en los Cuadros 17A (crecimiento predestete), 18A (crecimiento postdestete), 19A (reproductivas hato de carne), 34A (PL305, PG305 y PP305) y 35A (reproductivas hato de leche).

3.6 Análisis económico.

Para realizar los análisis económicos se establecieron categorías de consanguinidad (CC_i) de los animales con base en su coeficiente de consanguinidad, en ambos hatos. Las categorías de consanguinidad (CC) fueron:

Hato de carne:	CC_1 :	F_c	<	5%.
	CC_2 :	5% <=	F_c	=< 10%.
	CC_3 :	F_c	>	10%.
Hato lechero:	CC_1 :	F_v	=	0%.
	CC_2 :	0% <	F_v	=< 3%.
	CC_3 :	3% <	F_v	=< 6%.
	CC_4 :	F_v	>	6%.

Con esta categorización se utilizaron modelos similares al 2 (Ramosinuano) y 4 (Criollo Lechero Centroamericano), arriba mencionados a diferencia que estos ahora incluyeron el efecto fijo de categoría de consanguinidad, pero no los términos de regresión parcial lineales ni cuadráticos asociados a F_c , F_p y F_v . Estos modelos se utilizaron con la finalidad de obtener medias de mínimos cuadrados para las características PD210, P12MC, P18MC y P24MC en el hato Ramosinuano, y PL305 en el hato CLC. Resúmenes de los resultados de estos análisis se presentan en los Cuadros 23A (Ramosinuano) y 39A (CLC). Una vez que las medias de mínimos cuadrados fueron estimadas se aplicó la ecuación:

$$VPN = \sum_j \frac{V_n}{(1+i)^{n/2}} \quad (5)$$

Donde:

VPN=Valor presente neto.

Vn =Valor de la producción de leche o carne para cada año.

i =Porcentaje de interés real.

n =Intervalo entre partos expresado en años dividido por dos para calcular el valor del dinero a la mitad de la lactancia.

j =Número promedio de lactancias.

El VPN así obtenido se divide entre el número de días en producción en el caso de las vacas CLC y entre 211, 365, 548 ó 730 días, en el caso de PD210, P12MC, P18MC ó P24MC en el ható R, para obtener el VPN por día. Se asume un costo de oportunidad del dinero del 5% real anual, precios de leche US\$0.30/Kg y de carne US\$1/Kg.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

El presente estudio tuvo como propósito principal estudiar y cuantificar los efectos de consanguinidad de la cría (F_c), padre (F_p) y madre (F_v), determinar sus niveles críticos y las pérdidas económicas que ocasionan sobre las características de crecimiento predestete: peso al nacimiento (PN), peso al destete ajustado a 210 días (PD210), y ganancia diaria predestete (GDPRE); de F_c sobre peso de la cría a los 12 (P12MC), 18 (P18MC), y 24 meses de edad (P24MC) y ganancia diaria durante la prueba de pastoreo (GPP). Además se estudió el efecto de los animales de fundación del hato sobre el comportamiento productivo de los animales contemporáneos. Todo lo anterior en el hato de carne. Mientras que en el hato lechero se estudió el efecto de consanguinidad de la vaca (F_v) sobre producción de leche, grasa y proteína a 305 días (PL305D, PG305D y PP305D). El efecto de F_c (F_v en el hato lechero) sobre las características reproductivas EPP e IEP, se analizó en ambos hatos. Los resultados obtenidos se presentan por hato.

4.1 Hato de carne.

El modelo 1, utilizado para estudiar de manera preliminar las características de crecimiento pre y postdestete en el hato Romosinuano, incluyó los efectos de año y época de nacimiento de la cría (año y época), sexo de la cría (sexo), edad de la vaca al parto (edad) y las interacciones año por sexo, sexo por edad,

sexo por época, edad por época, los coeficientes de regresión parcial de consanguinidad de la cría (F_c), padre (F_p) y madre (F_v), además del coeficiente de regresión de cada característica sobre F_c para cada sexo. Los análisis de varianza de mínimos cuadrados correspondientes a este modelo se presentan en los Cuadros 5A (crecimiento predestete) y 9A (crecimiento postdestete). La edad de la vaca al parto afectó significativamente ($P < 0.05$) las tres características predestete, Cuadro 5A. Por lo que se procedió a calcular los factores de ajuste para este efecto, las medias de mínimos cuadrados, errores estándar y factores de ajuste se presentan en el Cuadro 6A. Los mayores PN, PD210D y GDPRE correspondieron a las vacas de siete años, con excepción de las vacas de 10 años quienes tuvieron mayores PN que las vacas de siete años. Los machos superaron ($P < 0.01$) a las hembras en 1.85 Kg, 14.12 Kg y 0.06 Kg en PN, PD210D y GDPRE, respectivamente, Cuadro 8A. Las interacciones entre año de nacimiento y sexo de la cría; sexo de la cría y edad de la vaca al parto; sexo de la cría y época de parto; y edad al parto y época de parto, no tuvieron efectos de importancia sobre las características de crecimiento pre y postdestete por lo que fueron eliminadas del modelo en subsiguientes corridas, Cuadros 5A y 9A.

En el Cuadro 6 se presentan las medias de mínimos cuadrados de cada una de las características estudiadas en el hato Romosinuano, utilizando el modelo 2 del presente trabajo.

Cuadro 6. Medias de mínimos cuadrados (MMC) y errores estándar (EE), para las diversas características estudiadas en el hato Romosinuano del CATIE.

Característica	n	MMC ± EE	
<u>Crecimiento predestete:</u>			
PN	1056	31.31 ± 0.30	Kg
PD210	976	155.20 ± 1.70	"
GDPRE	976	0.59 ± 0.01	"
<u>Crecimiento postdestete:</u>			
P12MC	527	184.18 ± 1.47	Kg
P18MC	479	254.70 ± 2.07	"
P24MC	392	324.14 ± 2.40	"
GPP	505	0.28 ± 0.01	"
<u>Reproductivas:</u>			
EPP	171	1106 ± 15	días
IEP	812	394 ± 7	"

En este hato las características fueron agrupadas para su análisis en: crecimiento predestete, crecimiento postdestete y reproductivas. Los resultados son analizados y discutidos de acuerdo con esta categorización como se señala a continuación.

4.1.1 Características de crecimiento predestete.

Las características de crecimiento predestete estudiadas fueron PN, PD210 y GDPRE. La media de mínimos cuadrados para PN fue 31.31 ± 0.30 Kg, Cuadro 6. Este valor es inferior a los

32.34±0.25 Kg que reportó Cardona (1989), pero superior a los 29.12 Kg y 30.4±0.80 Kg reportados por Muñoz y Martín (1969a) y Tewolde (1988), respectivamente. Los anteriores trabajos se realizaron con la raza Romosinuano en el mismo hato del presente trabajo. En Colombia, Hernández (1981) obtuvo PN de 29.6 Kg y 31.5 Kg cuando el padre y la madre, respectivamente, fueron Romosinuano. En otros grupos raciales pero también en ambientes tropicales, se han obtenido PN menores a los de este estudio (Stonaker, 1971; Galdo, et al., 1986).

En general el peso al nacimiento del Romosinuano fluctúa entre 29.12 Kg y 32.34 Kg, esto hace difícil que existan problemas al parto en este genotipo adaptado al trópico. De hecho Tewolde (1988) reporta que el Romosinuano ha mantenido su peso al nacimiento genéticamente constante a lo largo de los años, a pesar de la existencia de la variabilidad genética para esta característica.

La media de mínimos cuadrados para PD210 fue 155.20±1.70 Kg, Cuadro 6. Este valor es similar a los 156.1±6.20 Kg que Tewolde (1988) reportó para esta característica. Molina, (1979) y Molina et al. (1982), analizando datos de seis años de ganado con proporciones de 3/8 a 7/8 Romosinuano en Turrialba obtuvieron de 123.0 Kg a 225.0 Kg para peso al destete. De igual manera, Cardona (1989) reportó 166.38±1.59 Kg (edad media de destete 210 días). Muñoz y Martín (1969a) encontraron una media de 203.68 Kg para esta característica (edad al destete 240 días), en el grupo racial Criollo puro de su trabajo de cruzamiento dialélico. Hernández (1981), en Colombia reportó 216.2 Kg y 204.6 Kg para

peso al destete (sin especificar la edad) de becerros hijos de padre y madre Romosinuano, respectivamente. Anteriormente, en el mismo país y raza Hernández (1976), obtuvo 171 Kg para esta característica (9 meses de edad).

Los mayores pesos al destete encontrados en los trabajos anteriormente citados se obtuvieron cuando las edades al destete fueron mayores, aunque esto no es recomendable ya que el amamantamiento disminuye la actividad reproductiva de las vacas (Bluntzer *et al.*, 1989; Williams, 1990).

Otra manera de incrementar los pesos al destete es a través de selección. Tewolde (1988), en un estudio realizado en el mismo hato de este trabajo reportó tendencias anuales genéticas y fenotípicas para esta característica de 1.6 Kg y 1.79 Kg, respectivamente.

La media de mínimos cuadrados para GDPRE fue 0.59 ± 0.01 Kg, Cuadro 6, valor similar a los 0.60 ± 0.03 Kg que Tewolde (1988) reportó para esta característica, superior a los 0.54 Kg obtenidos en Colombia por Vergara *et al.* (1968), pero inferior a los 0.69 y 0.64 Kg para becerros hijos de padre y madre Romosinuano, respectivamente, obtenidos en el mismo país por Hernández (1981). Cardona (1989), en el hato del CATIE obtuvo 0.64 ± 0.01 Kg para GDPRE. Todos los trabajos citados se realizaron con la raza Romosinuano.

Los valores superiores a los de este trabajo que Hernández (1981), Tewolde (1988) y Cardona (1989) reportan para PD210 y GDPRE tiene explicación en que estos autores consideran en sus

estudios registros de animales con proporción menor o igual a 50% de genes Romosinuano, mismos que se acompañan con pesos mayores. Bajo sistemas de cruzamiento se han observado pesos mayores de los animales cruzados con respecto a los animales puros, es amplia la literatura donde se ha documentado a este respecto tanto en ambientes tropicales (Muñoz y Martín, 1969a; Hernández, 1981; Plasse, 1983; Mujica y Tewolde, 1990), como en templados (Reynolds et al., 1991; Urick et al., 1991).

Aunque el Romosinuano tiene pesos de 1 a 7 Kg mayores al nacimiento que el Cebú y otras razas criollas en ambientes tropicales Stonaker (1971) y Hernández (1981), esta ventaja no se conserva al destete ya que su tasa de crecimiento predestete es menor (Muñoz y Martín, 1969a; Stonaker, 1971; Bailón, 1974). Sin embargo, en sistemas de cruzamiento el Romosinuano ha demostrado un buen comportamiento tanto en características de crecimiento pre y postdestete como reproductivas (Hernández, 1981; Tewolde, 1989; Tewolde et al., 1990).

4.1.1.1 Efectos ambientales.

El modelo 2, utilizado para analizar las características de crecimiento predestete, incluyó los efectos de año y época de nacimiento y sexo de la cría. El análisis de varianza de mínimos cuadrados se presenta en el Cuadro 7. El año y época de nacimiento así como el sexo de la cría tuvieron influencia significativa ($P < 0.01$) sobre PN, PD210 y GDPRE, la excepción fue el efecto de época sobre PN. Las medias de mínimos cuadrados y errores estándar por año para estas características se presentan en el Cuadro 7A. De manera general, en los primeros años que se

consideran en el trabajo se obtuvieron los menores PN, PD210 y GDPRE. En los últimos años los mayores, con las excepciones de 1981 y 1991, años que tuvieron medias similares a las de los primeros años. Aunque en este trabajo no se analizaron tendencias genéticas ni fenotípicas, las medias anuales muestran una tendencia a incrementarse, esto es más notorio en PD210. Estos resultados son acordes con los encontrados por Tewolde (1988), quien reportó tendencias anuales, genéticas y fenotípicas en el hato del presente estudio de 0.02 Kg y 0.12 Kg para PN, mientras que para PD210 estas fueron 1.6 Kg y 1.79 Kg, respectivamente.

Cuadro 7. Análisis de varianza de mínimos cuadrados para peso al nacimiento (PN), peso al destete ajustado a 210 días (PD210) y ganancia diaria predestete (GDPRE) en el hato Romosinuano del CATIE.

Fuente de variación	PN		PD210		GDPRE
	GL	CM	GL	CM	CM
Año (A)	27	45.41 **	27	4114.06 **	0.083 **
Sexo (S)	1	862.07 **	1	45812.62 **	0.787 **
Epoca (E)	1	2.05 NS	1	3361.83 **	0.072 **
Regresiones:					
Fc lineal	1	70.18 *	1	9983.29 **	0.180 **
S*Fc lineal	1	32.79 NS	1	16.55 NS	0.000 NS
Fp lineal	1	156.56 **	1	1743.36 *	0.018 NS
Fp cuadrático	1	161.93 **	1	1043.08 NS	0.008 NS
Fv lineal	1	0.28 NS	1	1083.68 NS	0.020 NS
Fv cuadrático	1	0.86 NS	1	679.50 NS	0.013 NS
Error	1020	15.27	940	435.11	0.009

** (P<0.01)

* (P<0.05)

NS No significativo.

4.1.1.2 Efectos de consanguinidad.

Estadísticas descriptivas para los coeficientes de consanguinidad de la cría (F_c), padre (F_p) y madre (F_v) en cada una de las características analizadas en el hato de carne, considerando todos los animales y excluyendo aquellos con $F_c=0$, se presentan en el Cuadro 10. Para PN, que fue la característica que contó con el mayor número de observaciones ($N=1056$), las medias y desviaciones estándar, considerando los registros de todos los animales comprendidos en el estudio y eliminando los que tenían $F_c=0$, para F_c , F_p , y F_v fueron $6.0\pm 5.0\%$ y $7.0\pm 4.7\%$; $3.7\pm 3.9\%$ y $4.3\pm 3.9\%$; y $2.9\pm 4.1\%$ y $3.4\pm 4.2\%$, respectivamente.

Los promedios para F_c , F_p , y F_v encontrados en este trabajo son similares a los encontrados en otros trabajos realizados con diversos grupos genéticos en hatos o líneas cerrados (Dinkel et al., 1968; Krehbiel et al., 1969; MacNeil et al., 1989; Drumond et al., 1990). Estudios donde se encontraron promedios superiores fueron realizados por Stonaker (1954), Brinks et al. (1963), Nelms y Stratton (1964), Brinks y Knapp (1975) y MacNeil et al. (1989).

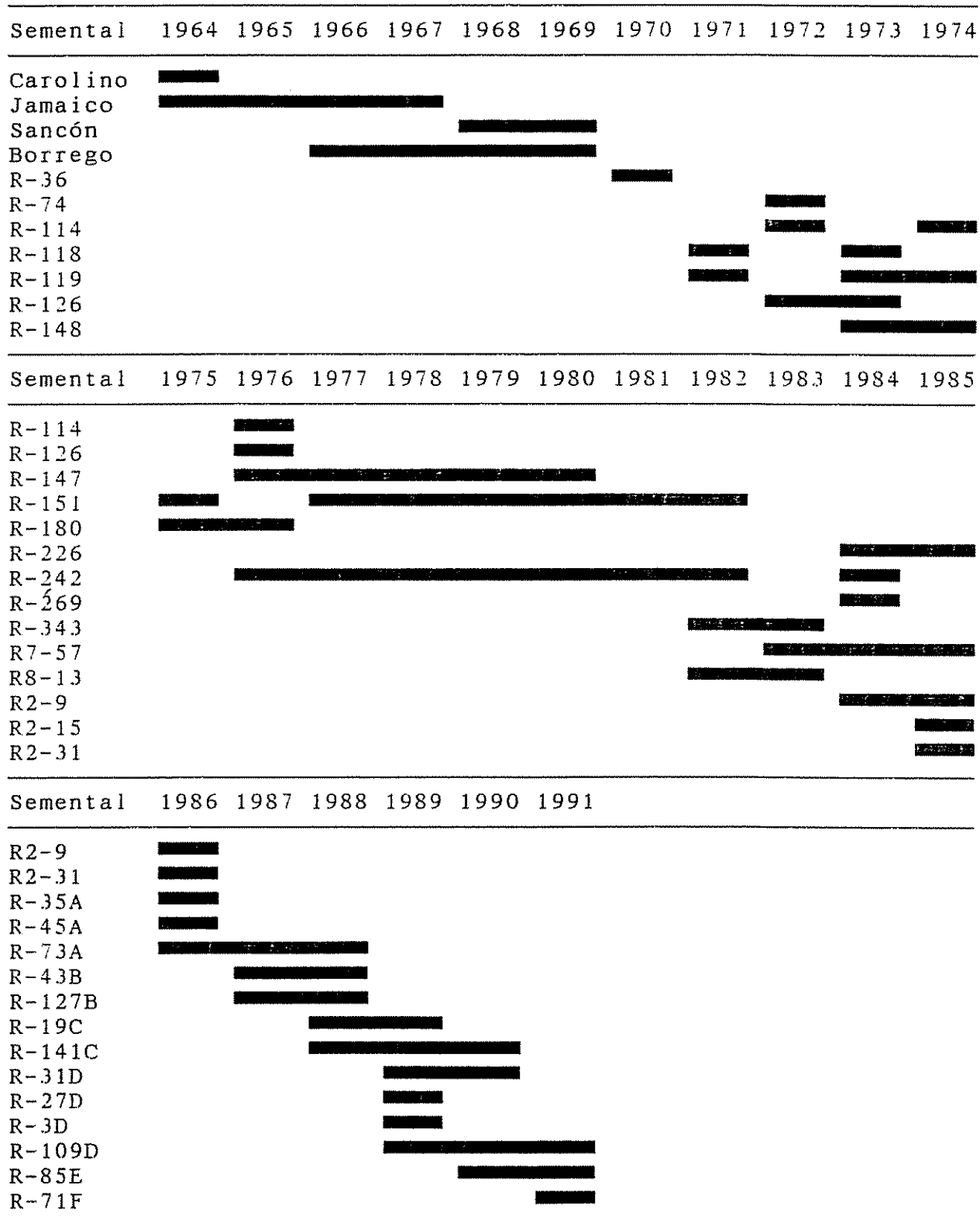
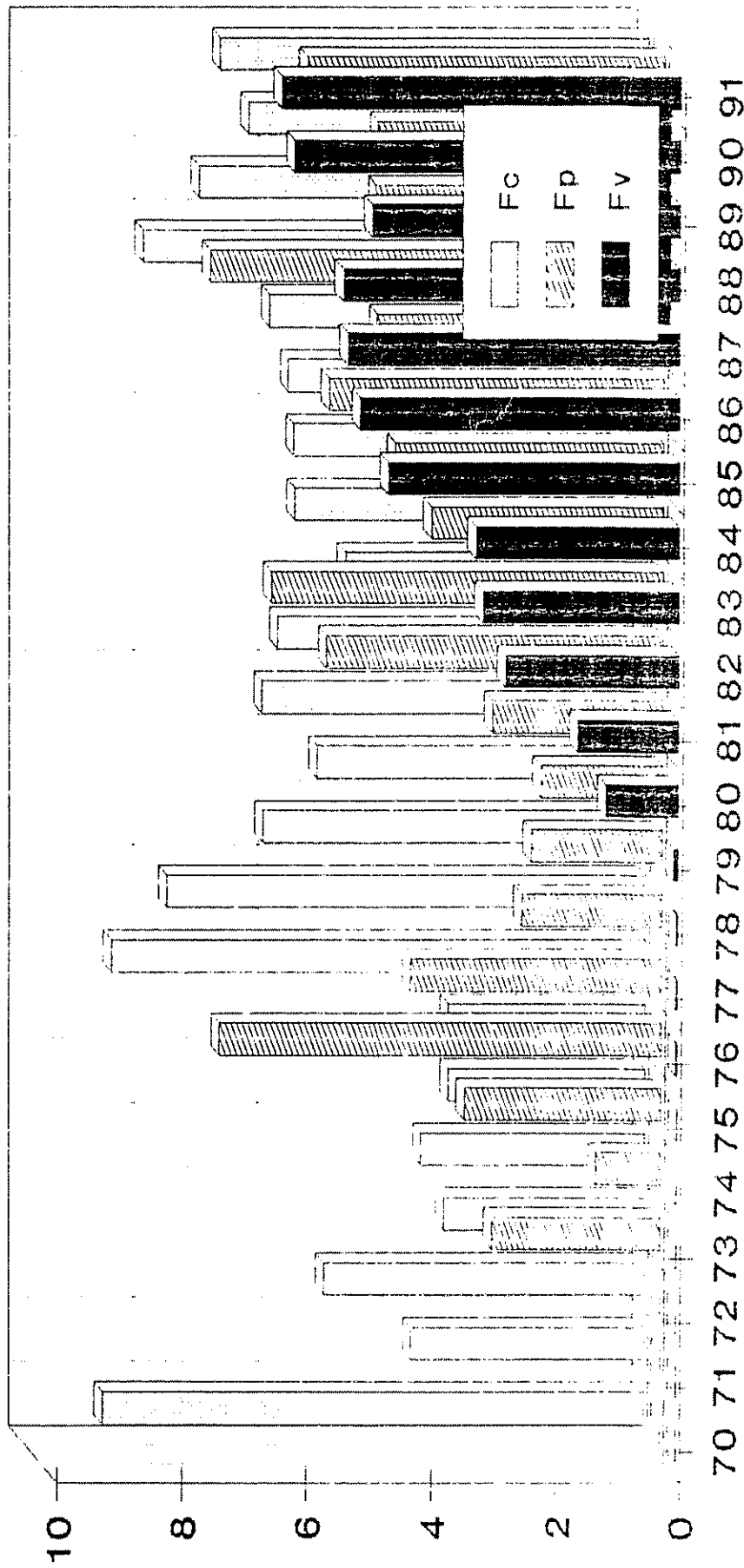


Figura 1. Años de uso de sementales Romosinuano durante los años 1964-1991 en el hato de carne del CATIE.

PROMEDIOS ACUMULADOS DE Fc, Fp y Fv



AÑOS

Figura 2. Promedios acumulados de Fc, Fp y Fv en el hato Romosinuano del CATIE de 1970 a 1991.

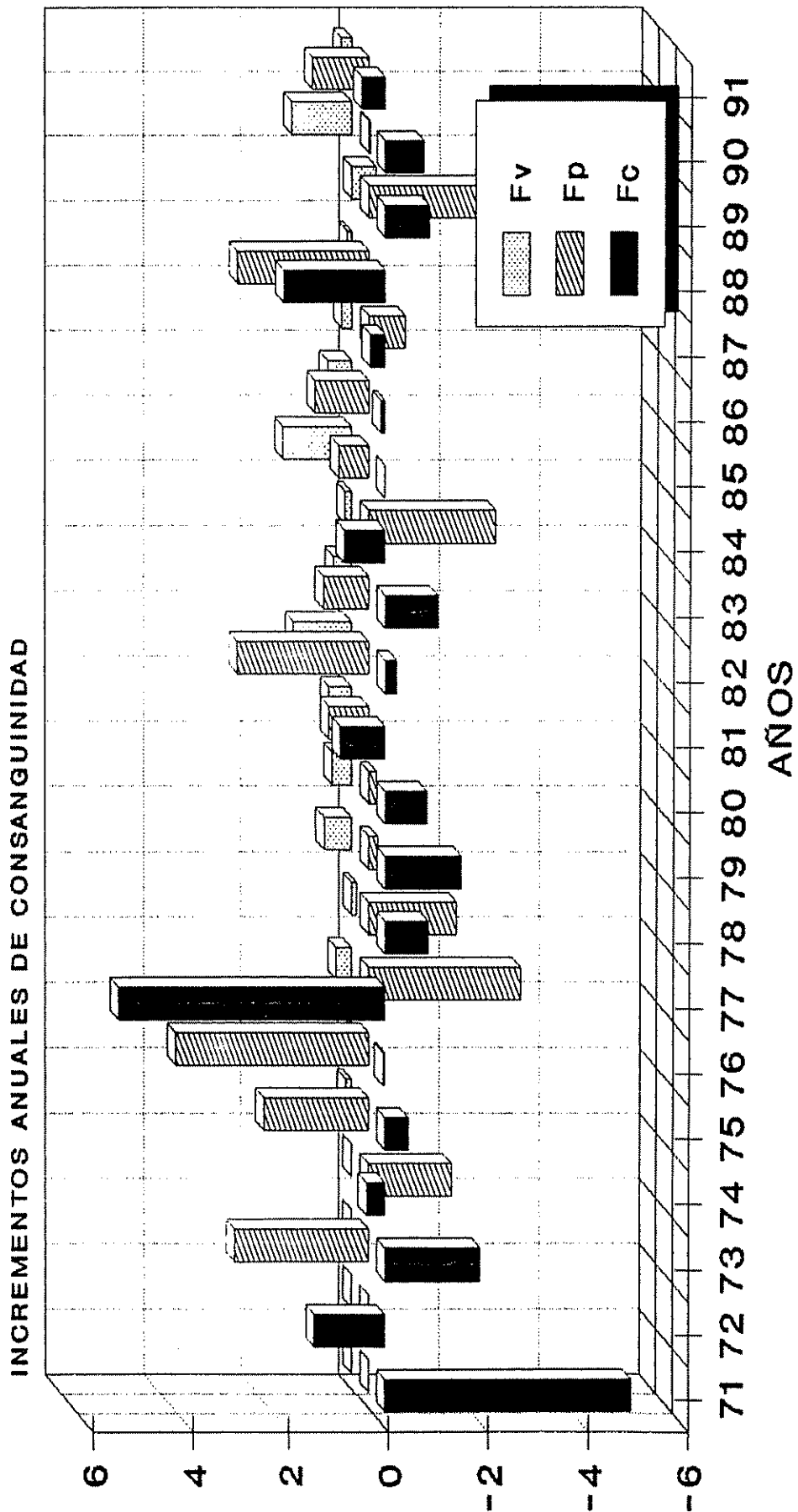


Figura 3. Incrementos anuales de Fc, Fp y Fv en el hato Romosinuano del CATIE de 1971 a 1991.

Los promedios acumulados y desviaciones estándar de los coeficientes de F_c , F_p y F_v por año, incluyendo y excluyendo animales con $F_c=0$, se presentan en el Cuadro 4A. Considerando la característica PN, que fue la característica con el mayor número de observaciones ($N=1056$), los valores correspondientes a 1991 para F_c , F_p y F_v fueron $6.82 \pm 1.79\%$, $5.68 \pm 3.02\%$ y $6.35 \pm 3.19\%$, respectivamente.

En los primeros años que comprendió este trabajo, puede verse que los promedios de consanguinidad son 0%, como era de esperarse, con excepción de F_c en los años 1965 a 1967, años en que según De alba (1984), el hato estaba en sus primeros años, y en los que aún estaban en servicio los sementales fundadores Jamaico, Sancón y Borrego (Figura 1), los que llegaron a aparearse con sus hijas o nietas y de esta manera presentarse los promedios de F_c observados en dichos años (Cuadro 4A). A partir de 1970, 1973 y 1975 los promedios de F_c , F_p y F_v , respectivamente, muestran incrementos graduales año tras año. Estas tendencias indican que fue hasta que las crías comenzaron a tener descendencia cuando F_p y F_v tuvieron promedios de $2.71 \pm 6.04\%$ y $0.11 \pm 0.58\%$, respectivamente. Los promedios acumulados mayores para F_c y F_p ($8.05 \pm 2.82\%$ y $7.23 \pm 4.53\%$) corresponden a 1988, mientras que para F_v ($6.35 \pm 3.19\%$) corresponden a 1991. Cuadro 4A. En este cuadro se puede observar que los promedios anuales para F_c , F_p y F_v en los últimos 6 años considerados en el trabajo son iguales, ya sea incluyendo o no animales con $F_c=0$, con la excepción de 1991 año en que por un animal no se cumple lo anterior.

Es notoria la influencia del uso de un número reducido de sementales durante el período de 1976 a 1981, Figura 1, máxime que en estos años los promedios acumulativos de F_p variaron de $1.94 \pm 3.25\%$ (1980) a $7.08 \pm 6.30\%$ (1976), Cuadro 4A, por lo que se puede inferir que estos animales tuvieron altos coeficientes de consanguinidad, figura 2. Incrementos substanciales en los promedios anuales de F_c y F_v pueden observarse a partir de 1977 (F_c) y 1979 (F_v), como consecuencia directa de este manejo, Figuras 2 y 3. Es por ello que en estos casos se recomienda cambiar sementales con mayor frecuencia y usar un mayor número de ellos si las condiciones de la finca lo permiten o bien usar inseminación artificial en caso que sea posible.

En el Cuadro 10 se presentan estadísticas descriptivas para F_c , F_p y F_v , en cada una de las características analizadas en el hato Romosinuano. Para PN se tuvieron promedios y desviaciones estándar de $6.0 \pm 5.0\%$, $3.7 \pm 3.9\%$ y 2.9 ± 4.1 variando de 0% a 31.3%, 0% a 16.8% y de 0% a 31.3%, respectivamente. Los estimadores de los coeficientes de regresión parcial lineales y cuadráticos de PN sobre F_c , F_p y F_v se presentan en el Cuadro 8. Puede apreciarse que existe una disminución significativa ($P < 0.05$) de 0.062 ± 0.028 Kg en PN por cada aumento porcentual en F_c . Este resultado concuerda con el obtenido por Tyler et al. (1946) quienes reportaron un coeficiente significativo de 0.13 Kg por 1% de consanguinidad en la raza Holstein para PN. Otras estimaciones obtenidas en otros trabajos son: -0.17 ± 0.06 y -0.03 ± 0.04 (Swiger et al., 1961) y -0.09 ± 0.06 (Swiger et al. 1962). Sin embargo Nelms y Stratton (1967) encontraron una reducción no

significativa de 0.015 Kg en PN en la raza Hereford, al igual que Alexander y Bogart (1959) y MacNeil et al. (1989) quienes no encontraron efecto significativo de consanguinidad sobre PN.

Considerando el valor del coeficiente de regresión de PN sobre Fc y el promedio acumulado de 1991 para Fc, se tiene una reducción en PN de 0.55 Kg. Considerando que de los genotipos existentes en condiciones tropicales, el Romosinuano tiene uno de los mayores PN, esta reducción aparentemente todavía no representa problemas para la sobrevivencia, aunque este tema no fue estudiado en este trabajo. Sin embargo se recomienda que se estudie el efecto de consanguinidad sobre mortalidad predestete, por la importancia que tiene el porcentaje de destete sobre productividad del hato (Labbe, 1970; Vogt, 1990).

El coeficiente correspondiente para Fp indica que hay una reducción significativa ($P < 0.01$) en PN de 0.18 ± 0.05 Kg (Cuadros 7 y 8). El efecto de Fv sobre PN no fue importante. Esto es contrario a lo encontrado por Srinivas y Gurnani (1981) en la raza Sahiwal; Hillers y Freeman (1964) en la raza Guernsey y Nelms y Stratton (1967) en la raza Hereford. Dichos autores encontraron reducciones de 0.04 ± 0.02 Kg, 0.14 ± 0.05 Kg y 0.03 Kg en PN, respectivamente, asociados con un incremento porcentual en Fv. Una explicación a la influencia significativa de Fp, pero no de Fv, sobre PN es que el genotipo del becerro tiene de tres a cuatro veces mas importancia que la influencia materna prenatal en su efecto sobre PN (Bourdon y Brinks, 1982). De esta manera los efectos de consanguinidad del semental serán mas aparentes

que los efectos maternos prenatales, ya que contribuye con la mitad en la determinación del genotipo de la cría.

La ecuación de regresión de PN sobre Fc y Fp resultante es:

$$PN = 31.31 - 0.06F_c - 0.18F_p + 0.024 F_p^2$$

El punto crítico de Fp obtenido derivando la anterior ecuación es 3.82%. Esto quiere decir que los promedios acumulados de Fp de los últimos 10 años han superado este punto. Cuadro 4A. Esto demanda acciones inmediatas a ser tomadas en este hato. Nuevo germoplasma de Romosinuano ha de introducirse con el fin de frenar los avances en consanguinidad acumulada.

El peso al destete constituye una de las características de importancia económica en el ganado de carne (Mujica y Tewolde, 1990). Es un reflejo en el animal de su potencial genético para crecimiento y de la habilidad materna de su madre (Koch, 1972). Para PD210 los promedios acumulativos de Fc, Fp y Fv, incluyendo los animales con Fc=0, fueron $6.0 \pm 5.0\%$, $3.7 \pm 3.8\%$ y $3.0 \pm 4.2\%$ variando entre 0% y 31.3%; 0% y 16.8%; y entre 0% y 31.3%, respectivamente. Cuadro 10. Los estimadores de los coeficientes de regresión parcial lineales y cuadráticos de consanguinidad obtenidos con el modelo 2 asociados con PD210 se pueden apreciar en el Cuadro 8. De acuerdo con estos resultados un incremento de 1% en Fc provoca una reducción significativa ($P < 0.01$) en PD210 de 0.78 ± 0.16 Kg. Este valor es superior a las reducciones de 0.46 Kg (no significativa) y 0.47 Kg (significativa) en el peso al destete que por cada 1% de aumento en Fc, en la raza Hereford

reportaron Nelms y Stratton (1967) y MacNeil et al. (1989). Los promedios de consanguinidad de las crías en estos trabajos fueron 11% y 26.5%, respectivamente.

El peso al destete en ganado de carne depende en parte de la habilidad materna de la madre cuyo componente mayor es la producción de leche (Koch y Clark, 1955). Por ello es que el efecto negativo de consanguinidad sobre peso al destete, puede también estar directamente relacionado con la reducción en el nivel de producción de leche para, de esta forma reducir el crecimiento de las crías. La ausencia de un efecto importante de F_v sobre las características de crecimiento predestete que se consideraron en este estudio, siendo todas ellas maternalmente influenciadas, no se debe interpretar como que F_v no influya la habilidad materna. Pues, quizá el efecto de este fenómeno bien puede ser sobre la producción de leche, lo cual amerita estudiarse por separado. Mientras se realizó este trabajo, se estuvo registrando la producción de leche en este hato por segundo año por lo que dicho estudio podrá realizarse en un futuro cercano.

El estimador del coeficiente de regresión lineal correspondiente a F_P para esta característica fue -0.63 ± 0.31 Kg y resultó ser importante ($P < 0.05$). Esto significa que un aumento de 1% en F_P provocará una disminución de 0.63 ± 0.31 Kg en PD210. Tal reducción si no se controla puede llegar a nulificar los avances genéticos que se pueden obtener a través de selección en

los sementales para peso al destete. La ecuación de regresión de PD210 sobre F_c y F_p que resultó es:

$$PD210 = 155.20 - 0.78F_c - 0.63F_p$$

Las reducciones en el peso al destete son importantes ya que este guarda una correlación fenotípica importante con el crecimiento postdestete del animal, Koch *et al.* (1973), de tal manera que reducciones en dicha característica redundarán en menores pesos a edades adultas. Siendo esto último de gran importancia para los animales que habrán de entrar al hato reproductor.

Para GDPRE los promedios acumulativos, incluyendo los animales con $F_c=0$, fueron $6.0 \pm 5.0\%$, $3.7 \pm 3.8\%$ y $3.0 \pm 4.2\%$ los rangos comprendidos fueron de 0% a 31.3%, de 0% a 16.8% y de 0% a 31.3% para F_c , F_p y F_v , respectivamente. El estimador del coeficiente de regresión lineal de GDPRE sobre F_c fue -3.30 ± 0.74 gm ($GDPRE = 0.59 - 0.003F_c$, expresada en Kg), siendo este significativo ($P < 0.01$). Por el contrario, Nelms y Stratton (1967) encontraron un valor de 1.06 gm estadísticamente no significativo.

Cuadro 8. Estimadores de los coeficientes de regresión parcial lineales y cuadráticos de peso al nacimiento (PN), peso al destete ajustado a 210 días (PD210) y ganancia diaria predestete (GDPRE) sobre consanguinidad de la cría (Fc), semental (Fp) y madre (Fv) en el hato Romosinuano del CATIE.

	PN	PD210	GDPRE
	(Kg)	(Kg)	(gm)
Fc ambos sexos	-0.06±0.03 *	-0.78±0.16 **	-3.30±0.74 **
Fc en machos	-0.02±0.04	-0.75±0.20	-3.34±0.92
Fc en hembras	-0.10±0.04	-0.80±0.22	-3.26±1.01
Fp ambos sexos	-0.18±0.05 **	-0.63±0.31 *	-2.07±1.43 NS
F ² _p ambos sexos	0.02±0.007 **	0.06±0.04 NS	0.18±0.18 NS
Fv ambos sexos	-0.01±0.05 NS	-0.46±0.29 NS	-2.00±1.34 NS
F ² _v ambos sexos	.0008±.003 NS	0.02±0.02 NS	0.09±0.08 NS

Los coeficientes de regresión lineal asociados con el crecimiento predestete en machos y hembras no fueron estadísticamente diferentes. Este resultado es contrario a lo reportado por Brinks *et al.* (1963), en la raza Hereford quienes encontraron significativas las diferencias entre sexos. Una posible explicación a esto en la característica PN, es que en la raza Romosinuano el ambiente uterino (efectos maternos prenatales) no representa una limitante para el crecimiento prenatal ni en machos ni en hembras. La razón aparente de la falta de significancia del efecto de Fv para PD210 y GDPRE, es que el nivel de Fv existente en el hato no ha comenzado a ejercer efectos detrimentales significativos sobre tales características.

4.1.2 Características de crecimiento postdestete.

Las características de crecimiento postdestete estudiadas en este trabajo fueron P12MC, P18MC, P24MC y GPP en el hato de carne del CATIE. Las medias de mínimos cuadrados obtenidas fueron 184.2 ± 1.5 Kg, 254.7 ± 2.1 Kg, 324.1 ± 2.4 Kg y 0.28 ± 0.01 Kg, respectivamente. Cuadro 6. En diversos trabajos se han reportado valores similares a los aquí encontrados para las características analizadas, Tewolde (1988) reportó 191.3 ± 1.7 Kg, 265.1 ± 2.1 Kg, 331.4 ± 2.7 Kg y 0.30 ± 0.02 Kg para las mismas características, mientras que Cardona (1989) obtuvo 203.55 ± 3.93 Kg para P12MC ambos trabajos realizados en este mismo hato. En Colombia, Hernández (1981), encontró 283.4 Kg y 279.3 Kg; 0.255 Kg y 0.283 Kg para P18MC y ganancia postdestete en crías hijas de padre y madre Romosinuano, respectivamente. Por otro lado, en ganado Brahman Plasse y Verde (1976), reportaron medias ajustadas de 221.3 ± 1.5 Kg, 259 ± 1.8 Kg y 338.6 ± 2.5 Kg para peso los 12, 16 y 24 meses, respectivamente, las que son superiores (P12MC) y similares (P18MC y P24MC) a las encontradas en este trabajo. Borgognon y Genes (1976) reportaron 198.4 Kg para P18MC en ganado Cebú.

Las menores medias que se obtuvieron en este trabajo con relación a las que reporta Hernández (1981), Tewolde (1988) y Cardona (1989) para las características postdestete, tiene su explicación en que estos autores incluyen en sus trabajos registros de animales con proporciones menores al 50% de genes Romosinuano, los que se acompañan con mayores pesos para estas características.

4.1.2.1 Efectos ambientales.

El modelo 2, utilizado para estudiar las características de crecimiento postdestete incluyó los efectos de año y época de nacimiento y sexo de la cría. El modelo para P18MC y GPP incluyó además las interacciones de año por sexo y año por época, el modelo para P24MC sólo incluyó la primera de ellas por la existencia de numerosas subclases vacías. Los análisis de varianza de mínimos cuadrados se presentan en el Cuadro 9. En este cuadro se puede apreciar que los efectos de año y sexo de la cría tuvieron influencia significativa ($P < 0.01$) sobre todas las características de crecimiento postdestete analizadas (P12MC, P18MC, P24MC y GPP). Esto indica la influencia de las variaciones ambientales como la temperatura, cantidad y distribución de precipitación a través del año que determina la cantidad y calidad de forraje disponible para los animales, etc., y su importancia sobre el crecimiento postdestete en el ganado Romosinuano. Para estas características se consideró los registros del período 1982 a 1991, ya que antes de 1982 no se registraba información para estas variables.

En el Cuadro 10A se presentan las medias de mínimos cuadrados y errores estándar por año para P12MC, P18MC, P24MC y GPP. La media de P12MC de 1987 (192.8 ± 3.2 Kg) fue la mayor, para P18MC la más alta (267.7 ± 5.0 Kg) se obtuvo en 1988, mientras que para P24MC y GPP las mayores (334.5 ± 5.8 Kg y 0.34 ± 0.02 Kg) se obtuvieron los años 1983 y 1984, respectivamente. Dada la influencia ambiental que sobre estas características tiene el efecto de año, puede pensarse que 1990 tuvo condiciones más adversas que los años anteriores, es decir la cantidad de

forraje disponible pudo haber sido menor. Las medias de mínimos cuadrados de P12MC y GPP para el año 1991 confirman esta aseveración ya que mientras P12MC tuvo la media más baja, GPP tuvo la más alta. Puesto que esta prueba termina cuando los animales tienen de 14 a 16 meses de edad puede pensarse que los animales mostraron crecimiento compensatorio durante la prueba de pastoreo. Efectos significativos de año sobre crecimiento postdestete en diversas razas ha sido reportado en otros trabajos (Thompson *et al.* 1957; Muñoz y Martín, 1969b; Borgognon y Genes, 1976; Hernández, 1978; Tewolde, 1988).

La época de nacimiento afectó significativamente P18MC y GPP pero no a P12MC y P24MC. Esto puede explicarse porque en estas etapas el crecimiento de los animales está en una fase estable, pues cuando entran a la prueba de pastoreo ya han pasado el estrés del destete, el que todavía no han pasado a los 12 meses, y el efecto de la nutrición que tuvieron en etapas tempranas se refleja en el P18MC y la GPP.

La interacción año por sexo resultó significativa ($P < 0.01$) para P18MC y GPP, pero no para P12MC y P24MC. Las medias de mínimos cuadrados de P18MC y GPP para las subclases de esta interacción se presentan en el Cuadro 11A. Puede apreciarse que las mayores corresponden a aquellas en las que intervienen los machos tanto para P18MC como para GPP. Puede inferirse que la variación entre cada una de las subclases es semejante dados los valores que tiene el error estándar para cada una de las medias correspondientes a las subclases de esta interacción.

La interacción de año por época afectó significativamente el P18MC ($P < 0.05$) y la GPP ($P < 0.01$), en el Cuadro 12A se presentan

las medias de mínimos cuadrados para esta interacción. Las mayores corresponden a las subclases donde interviene la época 1 (nacimientos de enero a abril). Para GPP los errores estándar de cada una de las medias de esta interacción son semejantes, esto indica que la variación que se observa de una época a otra es semejante. Esto sin embargo, no sucede en el caso de P18MC en donde se observa que en las subclases en que interviene la época 2 les corresponden mayores errores estándar, lo cual es indicativo de una mayor variación en el P18MC.

Cuadro 9. Análisis de varianza de mínimos cuadrados para peso a los 12 (P12MC), 18 (P18MC), y 24 meses (P24MC) y ganancia diaria durante la prueba de pastoreo (GPP) en el hato Romosinuano del CATIE.

F de V	P12MC		P18MC		P24MC		GPP	
	GL	CM	GL	CM	GL	CM	GL	CM
Año (A)	8	4180 **	7	2528 **	6	4008 **	8	.09 **
Sexo (S)	1	70928 **	1	98953 **	1	260118 **	1	.38 **
Epoca (E)	1	1211 NS	1	5791 **	1	726 NS	1	.08 **
A*S			7	3217 **	6	2400 NS	8	.11 **
A*E			7	1702 *			8	.02 **
Regresiones:								
Fc lineal	1	5137 **	1	9901 **	1	9642 **	1	.00 NS
S*Fc lineal	1	9 NS	1	706 NS	1	27 NS	1	.01 NS
Fc cuadrático	1		1	3439 *				
S*Fc cuadrático	1		1	137 NS				
Error	514	541	451	749	375	1266	476	.01

** (P<0.01)

* (P<0.05)

NS No significativo

4.1.2.2 Efectos de consanguinidad.

El efecto de consanguinidad de la cría (F_c) sobre las características de crecimiento postdestete (P12MC, P18MC, P24MC y GPP) en el ganado Romosinuano de la finca experimental del CATIE, tuvo influencia lineal altamente significativa sobre P12MC, P18MC y P24MC (todos a nivel de $P < 0.01$), pero no sobre GPP (Cuadro 9). El efecto cuadrático de F_c sólo fue importante para P18MC, indicando un posible punto crítico de F_c para esta característica.

Para P12MC el promedio aculativo de F_c , incluyendo los animales con $F_c=0$, fue $6.1 \pm 2.7\%$ variando de 0% a 20.3% (Cuadro 10). Los estimadores de los coeficientes de regresión lineales y cuadráticos de F_c , general y por sexo, para las características de crecimiento postdestete se presentan en el Cuadro 11. Los coeficientes de regresión lineal de P12MC sobre F_c considerando ambos sexos fue de -1.1 ± 0.4 Kg ($P < 0.01$), ($P12MC = 184.18 - 1.18F_c$), mientras que en los machos y las hembras fueron -1.2 ± 0.5 Kg y -1.1 ± 0.5 Kg, respectivamente, aunque las diferencias entre ellos no fueron significativas (Cuadro 9). Tomando el coeficiente de regresión de P12MC sobre F_c (Cuadro 11) y el promedio acumulativo de F_c en 1991 (Cuadro 4A), se obtiene una reducción hasta de 8.04 Kg en P12MC.

Para P18MC el promedio acumulativo de F_c , incluyendo los animales con $F_c=0$, fue $6.2 \pm 3.1\%$ variando entre 0% a 31.3% (Cuadro 10). Los estimadores de los coeficientes de regresión lineal asociados con las crías en general, machos y hembras fueron de -1.9 ± 0.5 Kg ($P < 0.01$), -1.4 ± 0.8 Kg y -2.5 ± 0.7 Kg, respectivamente

(Cuadro 11). El promedio acumulado de Fc en el hato para el año 1991 fue de $6.82 \pm 1.79\%$ (Cuadro 4A). Además si se considera el estimador del coeficiente de regresión lineal de P18MC sobre Fc, citado arriba, se esperará una reducción de 13.0 Kg en P18MC en 1991. Ahora bien, como el efecto lineal y cuadrático de Fc sobre P18MC fueron importantes (Cuadro 9), indican la existencia de un punto crítico de Fc para esta característica el cual es 7.28%, siendo la ecuación de predicción $P18MC = 254.69 - 1.98F_c + 0.14F_c^2$.

Considerando que el promedio de Fc para 1991 es de 6.82 ± 1.79 , esto quiere decir que en este año hay crías que están sobre el valor crítico para Fc. Esto indica la necesidad de introducir nuevo germoplasma de Romosinuano que no esté emparentado con los animales de fundación del hato del CATIE. Sin embargo, la manera mas fácil de solucionar el problema sin tener que introducir germoplasma de Romosinuano, sería hacer cruzamientos con otras razas, pero esto significaría la eventual desaparición de dicho grupo racial en el CATIE.

Para P24MC el promedio acumulativo de Fc, incluyendo los animales con $F_c = 0$, fue de $6.1 \pm 3.3\%$, con un rango comprendido de 0% a 31.3% (Cuadro 10). Los estimadores de los coeficientes de regresión lineal para machos y hembras conjuntamente y por sexo, se presentan en el Cuadro 11. Puede apreciarse que a un aumento porcentual en Fc se asocia una reducción significativa ($P < 0.01$) en P24MC de 1.57 ± 0.6 Kg ($P24MC = 324.13 - 1.57F_c$). Alexander y Bogart (1959) encontraron resultados similares en tres líneas consanguíneas de Hereford y una de Angus. Estos autores

reportaron efectos significativos de consanguinidad sobre edad a 227 y 363.2 Kg (500 y 800 libras).

Cuadro 10. Estadísticas descriptivas de los coeficientes de consanguinidad de la cría (Fc), semental (Fp) y madre (Fv), para cada una de las características analizadas en el hato Romosinuano del CATIE.

Caract.	Coeficiente	N	Mínimo	Máximo	Media
PN	Fc ^a	1056	0	31.3	6.0(5.0) ^c
	Fc ^b	900	0.4	31.3	7.0(4.7)
	Fs	1056	0	16.8	3.7(3.9)
	Fs	900	0	16.8	4.3(3.9)
	Fv	1056	0	31.3	2.9(4.1)
	Fv	900	0	31.3	3.4(4.2)
PD210D y GDPRE	Fc	976	0	31.3	6.0(5.0)
	Fc	833	0.4	31.3	7.1(4.7)
	Fs	976	0	16.8	3.7(3.8)
	Fs	833	0.4	31.3	3.5(4.3)
	Fv	976	0	31.3	3.0(4.2)
P12MC	Fc	527	0	20.3	6.1(2.7)
	Fc	523	0.4	20.3	6.2(2.7)
P18MC	Fc	479	0	31.3	6.2(3.1)
	Fc	475	0.4	31.3	6.2(3.1)
P24MC	Fc	392	0	31.3	6.1(3.3)
	Fc	388	0.4	31.3	6.1(3.2)
GPP	Fc	505	0	17.7	6.2(2.6)
	Fc	502	0.4	17.7	6.2(2.6)
EPP	Fc	171	0	31.3	6.4(5.4)
	Fc	146	0.8	31.3	7.6(5.0)
IEP	Fc	812	0	25.0	5.8(4.8)
	Fc	689	0.4	25.0	6.9(4.5)

^a Considerando todos los animales.

^b Excluyendo las crías con F=0.

^c Valores dentro del paréntesis son desviaciones estándar.

La diferencia en los coeficientes de regresión de P24MC sobre Fc observada en machos y hembras por separado, no fue

significativa (Cuadros 9 y 11). Considerando el promedio acumulativo de F_c en 1991 (6.82 ± 1.79) y el estimador del coeficiente de regresión de esta característica arriba citado, se puede esperar una reducción hasta de 10.23 Kg en P24MC en este año, esto incrementará la edad a la que los animales alcancen el peso para ser incorporados al hato reproductor, o bien que lleguen a la misma edad, pero con un peso menor. De esta manera se puede prever un efecto negativo de F_c sobre reproducción de las hembras.

Cuadro 11. Estimadores de regresión parcial lineales y cuadráticos de peso a los 12 (P12MC), 18 (P18MC), y 24 meses (P24MC) y ganancia diaria durante la prueba de pastoreo (GPP), sobre consanguinidad de la cría (F_c) general y por sexo en el hato Romosinuano del CATIE.

	P12MC		P18MC		P24MC		GPP	
	N	(Kg)	N	(Kg)	N	(Kg)	N	(gm)
F_c general	527	$-1.1 \pm .4$	479	$-1.9 \pm .5$	392	$-1.6 \pm .6$	505	-1.1 ± 1.5
F_c machos	245	$-1.2 \pm .5$	219	$-1.4 \pm .8$	178	$-1.5 \pm .8$	234	0.7 ± 2.2
F_c hembras	282	$-1.1 \pm .5$	260	$-2.5 \pm .7$	214	$-1.7 \pm .7$	271	-2.8 ± 2.1
F^2_c general			479	$0.1 \pm .1$				
F^2_c machos			219	$0.2 \pm .1$				
F^2_c hembras			260	$0.1 \pm .1$				

El efecto de F_c sobre GPP no fue importante en este trabajo (Cuadro 9). Este resultado es similar al encontrado por Stonaker (1954). Este autor, estudiando progenie consanguínea y no consanguínea de toros de 12 líneas endogámicas en la raza Hereford observó 3% de diferencia en ganancia diaria postdestete

a favor del grupo no consanguíneo, aunque esta diferencia no fue estadísticamente significativa. Similares resultados obtuvieron Nelms y Stratton (1964) y Dinkel et al. (1968) quienes no encontraron efecto significativo de consanguinidad de la cría sobre ganancia diaria en una prueba postdestete, aunque sí sobre el peso al final de dicha prueba. En otro trabajo Moore et al. (1961), aunque encontraron correlaciones de ganancia diaria postdestete y peso al inicio de una prueba de comportamiento con el nivel de consanguinidad de -0.18 y -0.30 , respectivamente, tampoco encontraron significativo el efecto de consanguinidad sobre ganancia diaria postdestete. Por el contrario Bailey et al. (1971) reportaron, en uno de los dos hatos Hereford que estudiaron, un efecto detrimental significativo ($P < 0.01$) de Fc sobre ganancia diaria en una prueba de comportamiento postdestete de 140 días de duración (-0.221 ± 0.085 Kg/% de Fc) y sobre eficiencia de conversión alimenticia ($P < 0.05$) (-0.046 ± 0.019 ganancia diaria/nutrientes digeribles totales/% de Fc). Las comparaciones anteriores posiblemente señalan el efecto diferencial que tiene Fc en cuanto a grupos raciales se refiere.

Los efectos de consanguinidad del padre y madre no fueron importantes para ninguna de las características de crecimiento postdestete (P12MC, P18MC, P24MC y GPP). Esto indica que los efectos maternos que afectan las características predestete, a medida que aumenta la edad del animal pierden importancia (Koch et al. 1973). Similares resultados son mencionados por Bailey et al. (1971).

4.1.3 Efecto de los animales fundadores.

El hato Romosinuano fue iniciado con cuatro sementales y 29 hembras. Los sementales fueron Carolino, Sancón, Jamaico y Borrego, mientras que las hembras fueron de diversos genotipos (Cuadro 5). De la matriz obtenida del PROC INBREED de SAS para este hato, se obtuvieron los coeficientes de parentesco de cada uno de los animales nacidos de 1979 a 1988 (animales contemporáneos) con los sementales y hembras del hato de fundación. En los Cuadros 12 y 16 se presentan estadísticas descriptivas de dichos coeficientes con los sementales y hembras de fundación, respectivamente.

Cuadro 12. Estadísticas descriptivas de los coeficientes de parentesco de los animales contemporáneos con los sementales del hato de fundación, en el hato Romosinuano del CATIE.

Semental	N	Mínimo	Máximo	Media
Carolino	115 ^a	6.20	28.20	16.07(3.96) ^c
	89 ^b	8.60	28.20	16.05(3.77)
Sancón	115	0	37.60	14.43(6.01)
	89	0	25.00	14.17(5.40)
Jamaico	115	9.40	37.60	20.67(5.31)
	89	9.40	29.60	20.11(4.75)
Borrego	115	0	18.80	6.47(5.37)
	89	0	18.80	7.09(5.10)

^a Características predestete.

^b Características postdestete.

^c Número entre paréntesis es desviación estándar.

De los sementales Romosinuano del hato fundador, el que mayormente está representado en los animales contemporáneos es Jamaico con un promedio de $20.67 \pm 5.31\%$ y $20.11 \pm 4.75\%$ considerando

características predestete y postdestete, respectivamente. El menos representado es Borrego con promedios de $6.47 \pm 5.37\%$ y 7.09 ± 5.10 para los mismos grupos de características (Cuadro 12).

En los Cuadros 13 y 14 se presentan los análisis de varianza de mínimos cuadrados para las características pre y postdestete, respectivamente.

Cuadro 13. Análisis de varianza de mínimos cuadrados para peso al nacimiento (PN), peso al destete ajustado a 210 días (PD210) y ganancia diaria predestete (GDPRE), para analizar el efecto de los sementales de fundación en el hato Romosinuano del CATIE.

Fuente de variación	GL	PN		PD210		GDPRE	
		CM		CM		CM	
Año (A)	9	10.90	NS	387.62	NS	0.009	NS
Epoca (E)	1	4.38	NS	622.73	NS	0.016	NS
Regresiones:							
Carolino	1	13.81	NS	86.11	NS	0.003	NS
Sancón	1	88.69	**	803.79	NS	0.007	NS
Jamaico	1	46.81	*	2245.81	**	0.037	**
Borrego	1	34.46	NS	101.77	NS	0.000	NS
Error	100	11.09		246.34		0.005	

** (P<0.01)

* (P<0.05)

NS No significativo.

Como fue mencionado anteriormente en la sección de materiales y métodos, el modelo que se utilizó para analizar y cuantificar el efecto de los sementales fundadores sobre el crecimiento predestete de los animales contemporáneos no consideró los efectos de edad de la vaca al parto ni sexo de la

cría porque los registros fueron ajustados por edad de la vaca al parto y solamente se consideraron registros de hembras para este análisis. Esto fue porque de la salida del PROC INBREED sólo se tuvieron los coeficientes de parentesco de las hembras, no así de los machos.

Cuadro 14. Análisis de varianza de mínimos cuadrados para peso a los 12 (P12MC), 18 (P18MC) y 24 meses (P24MC) y ganancia diaria durante la prueba de pastoreo (GPP), para analizar el efecto de los sementales de fundación en el hato Romosinuano del CATIE.

Fuente de variación	P12MC		P18MC	P24MC	GPP
	GL	CM	CM	CM	CM
Año (A)	6	711.66 *	1856.68 **	1864.03 **	.054 **
Epoca (E)	1	308.95 NS	23.66 NS	545.65 NS	.002 NS
Regresiones:					
Carolino	1	17.57 NS	69.89 NS	18.00 NS	.016 NS
Sancón	1	1067.79 *	2997.71 **	2556.83 *	.001 NS
Jamaico	1	223.49 NS	1082.57 NS	2097.91 *	.007 NS
Borrego	1	1417.74 *	1838.62 *	3596.11 **	.001 NS
Error	77	256.15	403.85	492.29	.007

** (P<0.01)

* (P<0.05)

NS No significativo.

En el Cuadro 15 se presentan los estimadores de los coeficientes de regresión parcial de las características de crecimiento pre y postdestete sobre los coeficientes de parentesco de los animales contemporáneos con los sementales de fundación del hato Romosinuano, para cada uno de ellos estimados con el modelo 3.

Cuadro 15. Estimadores de los coeficientes de regresión parcial de peso al nacimiento (PN), peso al destete ajustado a 210 días (PD210), ganancia diaria predestete (GDPRE), peso a los 12 (P12MC), 18 (P18MC), y 24 meses (P24MC) y ganancia diaria durante la prueba de pastoreo (GPP), asociados con los sementales de fundación (Carolino, Sancón, Jamaico y Borrego), en el hato Romosinuano del CATIE.

	PN	PD210	GDPRE	P12MC	P18MC	P24MC	GPP
	(Kg)						
Carolino	$-.1 \pm .1$	$.3 \pm .5$	$.002 \pm .0$	$-.2 \pm .6$	$-.3 \pm .7$	$-.2 \pm .8$	$-.004 \pm .0$
Sancón	$-.2 \pm .1$	$-.6 \pm .3$	$-.002 \pm .0$	$-.8 \pm .4$	$-1.4 \pm .5$	$-1.3 \pm .6$	$.001 \pm .0$
Jamaico	$-.2 \pm .1$	$-1.1 \pm .4$	$-.004 \pm .0$	$-.4 \pm .5$	$-1.0 \pm .6$	$-1.3 \pm .6$	$.002 \pm .0$
Borrego	$-.1 \pm .1$	$-.2 \pm .3$	$-.000 \pm .0$	$-.9 \pm .4$	$-1.1 \pm .5$	$-1.5 \pm .6$	$-.001 \pm .0$

Las contribuciones positivas, aunque los estimadores de los coeficientes de regresión parcial no son estadísticamente diferentes de cero (Cuadro 13), las hacen Carolino con aumentos de 0.3 ± 0.5 Kg y 0.002 ± 0.0 Kg para PD210 y GDPRE (Cuadro 15), respectivamente, por cada 1% de aumento en el coeficiente de parentesco de los animales contemporáneos. Sancón y Jamaico también contribuyen positivamente sobre GPP, los coeficientes correspondientes son de 0.001 ± 0.0 Kg y 0.002 ± 0.0 Kg, respectivamente. Aunque igualmente éstos no son estadísticamente diferentes de cero. (Cuadros 14 y 15).

Los demás coeficientes son negativos. De éstos los más importantes son los de Sancón ($P < 0.01$) y Jamaico ($P < 0.05$) con reducciones de 0.2 ± 0.1 Kg y 0.2 ± 0.1 Kg para PN asociados con cada 1% de aumento en el coeficiente de parentesco de los animales contemporáneos con dichos sementales (Cuadro 13 y 15). Para PD210

y GDPRE los estimadores de Jamaico fueron los únicos importantes ($P < 0.01$) con reducciones de 1.1 ± 0.4 Kg y 0.004 ± 0.0 Kg, respectivamente, por cada aumento porcentual en el coeficiente de parentesco con dicho semental en los animales contemporáneos. En las características postdestete las reducciones importantes ($P < 0.05$) fueron de 0.8 ± 0.4 Kg y 0.9 ± 0.4 Kg en P12MC por cada aumento porcentual en los coeficientes de parentesco de los animales contemporáneos con Sancón y Borrego, respectivamente, (Cuadros 14 y 15). Para P18MC los estimadores importantes fueron de -1.4 ± 0.5 Kg ($P < 0.01$) y -1.1 ± 0.5 Kg ($P < 0.05$), para los mismos sementales. En el caso de P24MC las reducciones de 1.3 ± 0.6 Kg fueron importantes ($P < 0.05$) para Sancón y Jamaico, mientras que la reducción de 1.5 ± 0.6 Kg correspondiente a Borrego tuvo un nivel de significancia mayor ($P < 0.01$).

Siendo Jamaico el semental mayormente representado en los animales contemporáneos (Cuadro 12) y teniendo los mayores efectos detrimentales sobre las características de crecimiento predestete (Cuadro 13). Resulta claro que la línea correspondiente a él deberá desenfatzarse en los programas de selección de reemplazos en el hato, siempre que ésta se haga por PD210 tal como se está haciendo hasta ahora. Sin embargo las líneas que deberán desenfatzarse en la selección, serán las de Sancón y Borrego cuando los criterios para la selección sean P12MC, P18MC ó P24MC. Lo anterior indica una posible interacción entre el efecto de los sementales de fundación y característica de influencia.

En estudios anteriormente realizados en el hato de carne del CATIE, de donde provienen los registros utilizados en el presente

trabajo, se ha observado que a medida que los animales tengan mayor proporción de genes Romosinuano hay reducción en el crecimiento (Muñoz y Martín, 1969a y 1969b; Molina, 1978; Molina et al., 1982). Por otro lado Hernández (1981) encontró heterosis para peso al destete, P12MC y P18MC en cruzamientos que involucraron Romosinuano con Cebú en Colombia. En la historia del hato de carne del CATIE ha habido diversos grupos genéticos (South Devon, Charolais, Angus rojo, Santa Gertrudis, Brahman, etc.) por lo que la proporción de los animales inferior al 50% que no es de origen Romosinuano puede estar causando cierto grado de "heterosis" en las características analizadas, además animales con mayores coeficientes de parentesco con los sementales de fundación serán animales que tendrán mayor proporción de genes en homocigosis. Por las razones anteriores, los valores negativos en general para los estimadores de los coeficientes de regresión parcial de las diferentes características de crecimiento pre y postdestete sobre los coeficientes de parentesco de los animales contemporáneos con los sementales de fundación, no son sorprendentes.

En la literatura revisada, el único trabajo relacionado con la cuantificación del efecto de los animales de fundación del hato, sobre el comportamiento productivo de los animales contemporáneos, fue el de Hillers y Freeman (1964) en ganado lechero. En este trabajo la regresión intrasemental de producción de leche (PL305), grasa (PG305) y porcentaje de grasa (%G) en la leche sobre el coeficiente de parentesco con las vacas de fundación, en la raza Guernsey fueron -0.27 Kg, -9.53 Kg y 0.006%

para PL305, PG305 y %G en leche, respectivamente. El interés de estos investigadores en su trabajo fue probar la efectividad del cruzamiento en línea.

Cuadro 16. Estadísticas descriptivas de los coeficientes de parentesco de los animales nacidos en 1988, con las hembras de fundación en el hato Romosinuano del CATIE.

Vaca fundadora	N	Mínimo	Máximo	Media
C286	25	3.2	12.6	6.032(2.9) ^a
BA16	25	1.6	11.0	5.488(2.3)
H19	25	0	12.6	3.640(5.7)
1083	25	0	6.2	2.992(1.6)
C188	25	0	6.2	2.552(2.3)
C17	25	0	12.6	1.760(3.1)
S5	25	0	12.6	1.256(3.6)
A80	25	0	3.2	1.248(1.4)
A77	25	0	3.2	1.216(1.0)
A85	25	0	25.0	1.000(5.0)
AC16	25	0	3.2	0.768(0.9)
S13	25	0	6.2	0.744(2.0)
A101	25	0	3.2	0.736(0.7)
R37	25	0	3.2	0.736(0.8)
F18	25	0	12.6	0.504(2.5)
E14	25	0	12.6	0.504(2.5)
H14	25	0	12.6	0.504(2.5)
J21	25	0	12.6	0.504(2.5)
C7	25	0	12.6	0.504(2.5)
R38	25	0	12.6	0.504(2.5)
F34	25	0	6.2	0.248(1.2)
C144	25	0	0.8	0.224(0.3)
C268	25	0	3.2	0.160(0.6)
C137	25	0	1.6	0.128(0.3)
A103	25	0	1.6	0.128(0.4)
A90	25	0	3.2	0.128(0.6)
F7	25	0	3.2	0.128(0.6)
C118	25	0	1.6	0.096(0.3)
C236	25	0	0.8	0.032(0.1)

^a Valores dentro del paréntesis son desviaciones estándar.

Las hembras fundadoras mayormente representadas en los animales nacidos en 1988 fueron C286, BA16, H19, 1083 y C188 con promedios del coeficiente de parentesco de $6.03 \pm 2.9\%$, $5.6 \pm 2.2\%$,

3.18±5.3%, 2.96±1.6% y 2.55±2.3%, respectivamente (Cuadro 16). Las vacas restantes están representadas con promedio menor de 2.0%. Dado que el establecimiento del hato Romosinuano en el CATIE fue por absorción hacia esta raza, tomando como base hembras cruzadas de diferentes genotipos, de esta manera conforme avanzaron las generaciones dichas hembras estuvieron menos representadas. Tal es la razón de que todas ellas están representadas con porcentaje menor al 6.5% (Cuadro 16). Esta fue la razón principal del porqué no se procedió con más análisis como para el caso de los sementales de fundación.

4.1.4 Características reproductivas.

Las características reproductivas en los animales domésticos juegan un papel determinante en los sistemas de producción animal, particularmente en los trópicos donde la adaptación al medio es crítica (Botero, 1976; Rubio, 1976; Tewolde et al., 1990).

Las características reproductivas estudiadas en este trabajo fueron edad al primer parto (EPP) e intervalo entre partos (IEP). González (1984), considera el IEP como un buen indicador de la eficiencia reproductiva de un hato. De Alba (1970), afirma que los valores óptimos de este parámetro son de 350 a 370 días en medio climático templado.

En el presente estudio las medias de mínimos cuadrados fueron de 1106±15 días (36.2±0.5 meses) y 394±7 días (13.0±0.2

meses) para EPP e IEP, respectivamente (Cuadro 6). Estos promedios se encuentran dentro de los valores que se reportan en la literatura para estas características bajo condiciones ambientales tropicales (Vaccaro y Vaccaro, 1981; Vaccaro, 1984; Segura e Hinojosa, 1986; Hinojosa y Segura, 1986; Duarte et al. 1986; Cunningham y Syrstad, 1987; Duarte et al., 1988; Anta et al., 1989; Galina y Arthur, 1989a y 1989b; Casas, 1990).

Los resultados aquí obtenidos son similares a los 1159 ± 24 días y 409.5 ± 6.5 días obtenidos por Casas (1990) para las mismas características en este mismo hato. En Colombia Hernández et al. (1982) reportaron un promedio ajustado de 376.6 días para el IEP en un hato Romosinuano. En el mismo país Salazar y Huertas (1976), obtuvieron promedios de 422 días a 584 días y de 1009.55 días a 1235.25 días para EPP e IEP en vacas de los grupos raciales Holstein (H), Pardo Suizo (PS), Costeño con Cuernos (CCC), $1/2HX1/2CCC$, $1/2PSX1/2CCC$ y $3/4HX1/4CCC$. En Costa Rica Bazán et al. (1976), reportan 1159 ± 214 y 1464 ± 457 días para EPP en la raza Brahman en trópico húmedo y seco, respectivamente. En Nicaragua Sequeira (1986) encontró 954 ± 10 días y 442 ± 3 días para EPP e IEP en la raza Pardo Suizo y sus cruces con diferentes grupos raciales, bajo sistemas de alimentación diferencial en verano e invierno. En Brasil Drummond et al. (1990), obtuvieron 1248.73 ± 178.59 días para EPP, 497.45 ± 99.68 días para el primer IEP y 453.17 ± 99.06 días para los primeros tres IEP en la raza Nelore.

Con base en los resultados del presente trabajo, es posible concluir que el Romosinuano cuenta con mejor adaptación a las

condiciones tropicales que otros grupos raciales como el Pardo Suizo, estudiado por Sequeira (1986) en el trópico seco de Nicaragua y Vaccaro y Vaccaro (1981) en Venezuela. De hecho, Hernández (1976) reportó que una de las mejores cualidades del Romosinuano es su adaptación a las adversas condiciones tropicales lo que se refleja en su IEP (376.6 días). El trabajo de Labbe (1970), quien analizó registros de 8 años procedentes del hato también usado en el presente trabajo, reafirma lo anterior ya que las vacas Romosinuanas tuvieron IEP mas corto (424.4 días) que las razas Criolla Lechera Centroamericana (429.7 días), Brahman (437.3 días) y Santa Gertrudis (488.6 días).

4.1.4.1 Efectos ambientales.

El modelo 2, utilizado para el análisis de EPP e IEP incluyó los efectos de año (A) y época de nacimiento de la vaca (E). El análisis de varianza de mínimos cuadrados se presenta en el Cuadro 17. En el se puede observar que A tuvo una influencia significativa ($P < 0.01$) sobre las dos características reproductivas, mientras que E sólo fue importante fuente de variación en IEP. El efecto de edad al parto sobre IEP no fue significativo a pesar que esta variable varió de tres a 13 años de edad al parto. Esto se debe en parte a que en este hato siempre se han mantenido en el hato las vacas con buen comportamiento reproductivo.

En el Cuadro 15A se presentan las medias de mínimos cuadrados por año para ambas características, donde se puede

apreciar que no existe una tendencia bien definida al aumento o reducción asociada con año. Para EPP las mayores medias corresponden a los años 1979 y 1971 (1277.61 ± 45 días y 1265.32 ± 53.01 días), mientras que las menores las tienen 1972 y 1981 (851.74 ± 55.25 días y 1034.35 ± 53.97 días) lo cual coincide con los resultados que obtuvo Casas (1990) en este mismo hato.

La carencia de una tendencia a la reducción en EPP, indica que la mejora en las condiciones de manejo en la finca durante los años comprendidos en este trabajo no ha sido substancial para lograr tendencias definidas a la reducción de EPP, o bien puede ser por mérito de adaptación del mismo genotipo. El trabajo de Casas (1990) corrobora la anterior afirmación. Este autor incluyó en su análisis el efecto de ambiente generado a partir del año, en que se introdujeron pastos mejorados a la finca, el cual no fue estadísticamente significativo para EPP e IEP. En otros trabajos sin embargo, se han observado reducciones en EPP cuando se han mejorado las condiciones de manejo. Por ejemplo, Segura e Hinojosa (1986) obtuvieron reducciones significativas ($P < 0.01$) cuando se hicieron mejoras en las praderas que pastaba el hato que estudiaron en el trópico mexicano. Otra manera de reducir EPP es a través de la suplementación alimenticia (diversos autores, citados por Galina y Arthur, 1989a). Esta práctica no obstante, aumenta los costos de producción, más aún si no se emplean recursos alimenticios locales.

Cuadro 17. Análisis de varianza de mínimos cuadrados para edad al primer parto (EPP) e intervalo entre partos (IEP) en el hato Romosinuano del CATIE.

F de V	EPP			IEP		
	GL	CM		GL	CM	
Año (A)	21	38083.81	**	26	25073.18	**
Epoca (E)	1	7523.99	NS	1	148602.09	**
Regresiones:						
Fc Lineal	1	21038.17	NS	1	952.02	NS
Fc cuadrático				1	1609.04	NS
Error	147	11303.25		782	6649.96	

** (P<0.01)

* (P<0.05)

NS No significativo.

Aunque el efecto de época sobre EPP no tuvo significancia, la menor media corresponde a la época 2 (1115±14 vs. 1094±27 días), que es el período de mayor precipitación durante el cual los animales disponen de forraje en mayor cantidad y de mejor calidad. Sería sin embargo, no recomendable cambiar la actual temporada de monta con la finalidad de tener las pariciones en la época de lluvias, ya que es esta época cuando mayor mortalidad se presenta en ambientes tropicales (Feo et al. 1977; citados por Galina y Arthur, 1989c). Martínez (1986) en un estudio realizado en el hato lechero del CATIE, analizando mortalidad de terneras de varios genotipos lecheros del nacimiento al primer parto, aunque no incluyó en su análisis el efecto de época, encuentra diferencias significativas entre años.

La recomendación anterior queda además reforzada por el efecto significativo (P<0.01) que ejerce la época sobre IEP. La

menor media, 372 ± 5 días vs 416 ± 10 días, corresponde a época 1 la que comprende los meses de enero a abril.

4.1.4.2 Efectos de consanguinidad.

Para EPP el promedio acumulativo de Fc, incluyendo animales con Fc=0, fue $6.40 \pm 5.45\%$ variando de 0% a 31.3% (Cuadro 10). El estimador del coeficiente de regresión lineal de EPP sobre Fc indica que hubo un aumento no significativo de 1.7 ± 2.0 días por cada aumento porcentual en Fc (Cuadro 18). Esto indica que las novillas están llegando no más tarde al primer parto, sino más livianas dadas las reducciones significativas anteriormente discutidas para P12MC, P18MC y P24MC. Eventualmente esto podría traducirse en reducciones en la eficiencia reproductiva. Por el contrario, Drummond *et al.* (1990) en Brasil trabajando con la raza Nelore encontraron influencia significativa ($P < 0.05$) del efecto de consanguinidad sobre EPP, en donde para cada unidad porcentual de aumento en consanguinidad hubo un aumento de $2.36 \pm$ días.

Para IEP el promedio acumulativo de Fc fue $5.9 \pm 4.8\%$, variando de 0% a 25.0% (Cuadro 10). El estimador del coeficiente de regresión lineal de IEP sobre Fc indica un aumento no significativo de 0.35 ± 1.12 días en IEP (Cuadro 18). Este resultado es similar al que reportaron Drummond *et al.* en Brasil quienes no observaron efecto significativo de consanguinidad sobre los tres primeros IEP en la raza Nelore, aunque si lo hubo ($P < 0.05$) cuando consideraron solamente el primer IEP. Schmidt y Van Vleck (1974), consideran que existe poco efecto de consanguinidad sobre IEP.

Las características reproductivas cuentan con baja variabilidad genética aditiva, estando mayormente bajo influencia del manejo y de efectos genéticos no aditivos (Peña de Borsotti, 1979; Duarte et al. 1988; Casas, 1990). Por lo tanto son sensibles al efecto de consanguinidad (Falconer, 1981; Pirchner, 1985). Sin embargo el efecto de consanguinidad no significativo encontrado en este trabajo, concuerda con las medias de mínimos cuadrados aceptables, anteriormente mencionadas, para EPP e IEP, en comparación a otras medias de las mismas características encontradas en otros trabajos (Sequeira, 1986; Drummond et al. 1990). Aparentemente esto es porque F_c todavía no llega a un nivel en que comience su influencia detrimental para Romosinuano, lo que si sucede para las características de crecimiento anteriormente discutidas. Lo anterior es otra manera de ver 'la adaptación al medio tropical con que cuenta el ganado Romosinuano.

Cuadro 18. Estimadores de los coeficientes de regresión lineal de edad al primer parto (EPP) e intervalo entre partos (IEP) sobre consanguinidad de la cría (F_c) en el hato Romosinuano del CATIE.

	EPP		IEP	
	N	(días)	N	(días)
F_c	171	2 ± 2	812	0 ± 1

4.1.5 Análisis excluyendo animales con $F_c = 0$.

Para cada característica de crecimiento y reproducción en el hato de carne también se efectuó un análisis excluyendo los

animales que tuvieron $F_c=0$. Los modelos que se utilizaron fueron los mismos (2 y 4) que en el análisis de la primera parte del hato de carne. Las medias de mínimos cuadrados para las características estudiadas en esta sección, se presentan en el Cuadro 16A. En general las medias para las características de crecimiento son menores y las reproductivas mayores que las obtenidas en el análisis que incluye los animales con $F_c=0$. La razón es que al excluir éstos animales, los que no sufrirán los efectos detrimentales de consanguinidad, las medias serán menores puesto que la depresión endogámica tiene mayor oportunidad para actuar. Los análisis de varianza de mínimos cuadrados para características de crecimiento pre y postdestete, así como reproductivas en el hato Romosinuano, excluyendo los animales con $F_c=0$ se presentan en los Cuadros 17A, 18A y 19A, respectivamente.

4.1.5.1 Características de crecimiento predestete.

El análisis de varianza para este grupo de características (Cuadro 17A), muestra que los efectos ambientales ejercen la misma influencia que en el análisis realizado incluyendo los animales con $F_c=0$ (Cuadro 7).

Por lo que corresponde a efectos de consanguinidad, los cambios más importantes es que F_c ahora no fue importante, pero F_v sí ($P<0.05$) para PD210 y GDPRE. Lo anterior es porque excluyendo los animales con $F_c=0$, ahora el factor importante será F_v . Por su parte el efecto de F_p permanece de la misma manera que en el análisis anterior (Cuadros 7 y 17A). Los estimadores de los coeficientes de regresión de PN, PD210 y GDPRE son menores que en el primer análisis (Cuadros 8 y 20A), esto quiere decir que a un

mismo incremento en F_c , F_p y F_v las reducciones en las características señaladas serán menores.

4.1.5.2 Características de crecimiento postdestete.

Para este grupo de características los efectos ambientales guardan la misma influencia, incluso se mantienen los mismos niveles de significancia en las diversas características analizadas (Cuadros 9 y 18A).

El cambio más importante con respecto a los efectos de consanguinidad, es que el efecto cuadrático de F_c para P18MC no fue importante. La influencia de F_c sobre las demás características permaneció sin cambio. Debe notarse que estos resultados no son sorprendentes pues los registros postdestete analizados a partir de 1982, en que los promedios anuales de F_c tanto en el conjunto de datos que considera animales con $F_c=0$, como aquel que los excluye son similares. Cuadro 4A. De hecho puede apreciarse en el Cuadro 10 que las características P12MC, P18MC, P24MC y GPP, cuentan con prácticamente el mismo número de observaciones en ambos conjuntos de datos (con y sin $F_c=0$). Los estimadores de regresión lineal de las características postdestete sobre F_c son prácticamente los mismos (Cuadros 11 y 20A).

4.1.5.3 Características reproductivas.

Los efectos ambientales de año y época y de consanguinidad afectan de manera similar estas características, que en el análisis que incluye los animales con $F_c=0$, Cuadros (17 y 19A).

El cambio mas importante es en los valores de los estimadores de los coeficientes de regresión. El aumento en EPP correspondiente a un incremento porcentual en F_c es 3 días mayor, 2 ± 2 días vs 5 ± 2 días, en el primer y segundo análisis, respectivamente. Para IEP el coeficiente cambia de signo y magnitud siendo este de -2 ± 1 días (contrario de lo que fue antes, 0 ± 1 días), aunque este no fue estadísticamente diferente que cero (Cuadros 18, 19A y 20A).

4.1.6 Análisis económico.

Estadísticas descriptivas de F_c para las diferentes categorías creadas en cada una de las características estudiadas en el hato Romosinuano se presentan en el Cuadro 21A. En la categoría 1 ($F_c \leq 5.0\%$) los promedios de F_c variaron de $2.09 \pm 1.90\%$ (EPP) a $3.58 \pm 1.13\%$ (GPP). En la categoría 2 ($5.0\% < F_c \leq 10.0\%$) los promedios de F_c variaron de $6.80 \pm 1.26\%$ (IEP) a $7.00 \pm 1.12\%$ (EPP). Mientras que para la categoría 3 ($F_c > 10.0\%$) los promedios de F_c variaron de $12.50 \pm 2.45\%$ (GPP) a $16.06 \pm 6.06\%$ (EPP).

Las medias de mínimos cuadrados para cada una de las características estudiadas en el hato Romosinuano por categoría de consanguinidad se presentan en el Cuadro 22A. De manera general las medias de mínimos cuadrados para todas las características analizadas descienden en la medida que se aumenta la categoría de F_c . En PN la reducción es de 0.61 Kg y 0.34 Kg de la categoría 1 a la 2 y 3, respectivamente. Esta reducción sin embargo no es importante estadísticamente (Cuadro 23A).

Para PD210 las reducciones son de 6.71 Kg y 6.41 Kg de la categoría 1 a la 2 y 3, respectivamente (Cuadro 22A). Mientras que para GDPRE las mismas fueron de 0.028 Kg y 0.027 Kg, en el mismo orden. Tanto para PD210 como para GDPRE las medias correspondientes para cada categoría son diferentes estadísticamente ($P < 0.01$) (Cuadro 23A).

Es en las características postdestete donde ocurren las reducciones más notorias pues de la categoría 1 a la 2 y 3, hay reducciones de 5.33 Kg y 7.04 Kg; 6.62 Kg y 9.24 Kg; 6.27 Kg y 14.73 Kg y de -0.002 Kg y 0.024 Kg para P12MC, P18MC, P24MC y GPP, respectivamente (Cuadro 22A). Sin embargo, solamente para P12MC y P18MC existen diferencias ($P < 0.05$) entre las medias de las categorías de Fc (Cuadro 23A).

En las características reproductivas se observó un incremento de 12 días y 0 días, y de -2 días y 59 días de la categoría 1 a la 2 y 3, en EPP e IEP, respectivamente, Cuadro 22A. Sin embargo, las diferencias observadas en las medias para las categorías en ambas características, no fueron estadísticamente significativas (Cuadro 23A).

Asumiendo que los animales se venden al finalizar cada etapa de crecimiento, la ganancia diaria en valor presente neto por animal de cada categoría de consanguinidad en cada característica de crecimiento se presentan en el Cuadro 19. Estas se obtuvieron con la ecuación 5, citada en materiales y métodos. Se consideró un precio de venta de los animales de US\$ 1/Kg y porcentaje de interés real del 5% (comunicación personal Dr. Federico Holmann).

Cuadro 19. Ganancia diaria (US\$) en valor presente neto por animal de cada categoría de consanguinidad de la cría (Fc) en peso al destete ajustado a 210 días (PD210), peso a los 12 (P12MC), 18 (P18MC) y 24 meses (P24MC) en el hato Romosinuano del CATIE.

Característica	Categoría de Fc		
	1	2	3
PD210	0.742	0.711	0.712
P12MC	0.490	0.476	0.471
P18MC	0.441	0.430	0.426
P24MC	0.408	0.400	0.390

Categoría 1 Fc < 5%.
 2 5% <= Fc < 10%.
 3 Fc >= 10%.

La diferencia entre animales de las categorías dos y tres con respecto a la uno, en PD210, P12MC, P18MC y P24MC fueron (todos los valores en US\$/día): 0.031 y 0.030; 0.014 y 0.019; 0.011 y 0.015; 0.008 y 0.018; respectivamente. Obteniendo éstas diferencias al animal de cada etapa de crecimiento la diferencia total por animal para las características anteriores, citadas en el mismo orden, fueron (todos los valores en US\$): 6.541 y 6.33; 5.11 y 6.935; 6.028 y 8.22; 5.76 y 12.96. Las pérdidas se tornan considerables si se toman en cuenta el número total de animales del genotipo Romosinuano que nacen anualmente en el hato de carne del CATIE.

4.2 Hato de leche.

En el hato lechero, compuesto principalmente por el Criollo Lechero Centroamericano (CLC) ó ganado Reyna, del CATIE se estudió el efecto de consanguinidad de la vaca (Fv) y las pérdidas económicas que ocasiona sobre producción de leche, grasa y proteína ajustadas a 305 días y equivalente maduro (PL305, PG305 y PP305), edad de la vaca al primer parto (EPP) e intervalo entre partos (IEP).

Cuadro 20. Medias de mínimos cuadrados (MMC) y errores estándar (EE) de producción de leche (PL305), grasa (PG305), y proteína a 305 días (PP305), edad al primer parto (EPP) e intervalo entre partos (IEP) en el hato Criollo Lechero Centroamericano del CATIE.

Característica	N	MMC ± EE
PL305	1127	2137.93±47.80 Kg
PG305	1127	114.58± 3.07 "
PP305	659	85.26± 1.88 "
EPP	297	1121 ± 11 días
IEP	910	377 ± 5 "

A continuación se presentan los resultados y discusión correspondientes a las características de producción y reproducción estudiadas en este hato.

4.2.1 Características de producción (PL305, PG305 y PP305).

Las características de producción analizadas en este estudio incluyen producción de leche, grasa y proteína a 305 días (PL305,

PG305 y PP305). Las medias de mínimos cuadrados fueron 2137.93 ± 47.80 Kg, 114.58 ± 3.07 Kg y 85.26 ± 1.88 Kg, para PL305, PG305 y PP305, respectivamente, Cuadro 20. Estas medias son superiores a los 1835.87 ± 62.15 Kg, 84.73 ± 2.82 Kg y 55.63 ± 3.95 Kg reportados por Salgado (1988) en este mismo hato, para las mismas características. De Alba y Kennedy (1985) en un trabajo realizado igualmente en este hato, reportaron producciones de 1202 ± 45 Kg y 1299 ± 49 Kg cuando impusieron mínimas restricciones a su conjunto de datos, y 1504 ± 36 Kg y 1627 ± 39 Kg en vacas con bajada normal de leche, para PL305 y PL305 corregida por grasa, respectivamente. Las razones para las mayores medias encontradas en este trabajo comparado con los trabajos de los autores anteriormente citados puede ser que en los últimos años la estructura del hato halla cambiado. Otro punto es que el número de registros utilizados en este trabajo constituyen solamente una muestra de los que utilizaron Salgado (1988) ($N=4691$) y De Alba y Kennedy (1985) ($N=1297$ y $N=1092$).

4.2.1.1 Efectos ambientales.

El modelo utilizado para analizar PL305, PG305 y PP305 incluyó los efectos de tipo de manejo, año y época de parto y la interacción de año por época, las interacciones tipo de manejo por época y por año de parto, no fueron estimables por haber numerosas subclases vacías (Searle, 1987). El análisis de varianza de mínimos cuadrados para estas características se presenta en el Cuadro 21.

Los efectos de tipo de manejo, año y época de parto fueron importantes ($P < 0.01$) para las tres características analizadas, con excepción de la época de parto para PP305. En los Cuadros 27A, 28A y 29A se presentan las las medias de mínimos cuadrados por tipo de manejo, año y época de parto, respectivamente, para las tres características de producción. Las mayores medias (2561.9 ± 105.0 Kg, 145.3 ± 6.8 Kg y 105.6 ± 4.3 Kg), para PL305, PG305 y PP305, respectivamente, se obtuvieron en el módulo intensivo. La razón es que en este módulo los animales reciben mejor alimentación y manejo en general (Salgado, 1988; Casas, 1990). Esto indica que PL305, PG305 y PP305 en el ganado CLC se incrementarán como respuesta a mejores condiciones de alimentación y manejo.

Las medias de mínimos cuadrados por año, para las tres características bajo estudio se presentan en el Cuadro 28A. Existe una variación de 1536.6 ± 156.4 Kg (1956) a 2640.5 ± 124.9 Kg (1968), en PL305; de 80.7 ± 5.1 Kg (1990) a 178.9 ± 13.6 Kg (1955), en PG305 y de 66.8 ± 6.5 Kg (1991) a 101.5 ± 5.1 Kg (1986), en PP305. En términos generales se carece de una tendencia bien definida al aumento o disminución en las medias anuales para las tres características, con la excepción del período de 1956 a 1961 y de 1990 a 1991, en los que se tienen promedios para PL305, por debajo de los 2000 Kg. Las vacas que paren de enero a abril (época 1) superan en 137.8 Kg, 10.9 Kg y 4.3 Kg en PL305, PG305 y PP305, respectivamente, a las vacas que inician su lactancia en la época 2 que comprende los meses de mayo a diciembre (Cuadro 29A). La interacción de época por año de parto fue importante ($P < 0.05$) sólo para PL305. Las medias de mínimos cuadrados para

esta interacción no se presentan por razones de espacio, sin embargo las subclases en las que interviene época 1, tuvieron medias superiores que aquellas en las que interviene época 2.

Cuadro 21. Análisis de varianza de mínimos cuadrados para producción de leche (PL305), grasa (PG305) y proteína a 305 días (PP305) en el hato Criollo Lechero Centroamericano del CATIE.

Fuente de variación	PL305		PG305		PP305	
	GL	CM	GL	CM	GL	CM
Manejo (M)	2	7561632.1 **	2	39968.5 **	2	17506.7 **
Año (A)	36	1565373.4 **	36	9821.7 **	15	3108.7 **
Epoca (E)	1	3732309.0 **	1	23313.1 **	1	2153.2 NS
A*E	36	684445.7 *	36	2116.0 NS	15	1162.2 NS
Regresiones:						
FC lineal	1	5061242.3 **	1	2771.5 NS	1	3493.5 *
Error	1050	386665.9	1050	1604.5	624	717.3

** (P<0.01)

* (P<0.05)

NS No significativo.

4.2.1.2 Efectos de consanguinidad.

Estadísticas descriptivas para consanguinidad de la vaca (Fv), considerando todos los animales y excluyendo aquellos con Fv=0, se presentan en el Cuadro 22 para cada una de las características analizadas en el hato de leche. Considerando los registros de PL305, característica que contó con el mayor número de observaciones (N=1127), el número de animales no consanguíneos

en el hato de leche fueron 569 los que corresponden a un 50.48%. Ellos al contrario que en el hato de carne, en el que los animales con $F_c=0$ se concentran en los años de establecimiento del hato, se distribuyen a lo largo del período comprendido en este trabajo (1955-1991). Esto se debe a las periódicas introducciones de animales de fuera, contrario a lo ocurrido en el hato de carne donde no ha habido introducciones desde su establecimiento. Más aún el promedio de F_v en los últimos 7 años de dicho período, ha decrecido con respecto del promedio de 1984 ($2.91 \pm 2.65\%$), Cuadro 25A. Lo anterior es por las introducciones de animales procedentes de Nicaragua, que se realizaron en 1982 (De Alba 1985; De Alba y Kennedy, 1985).

Cuadro 22. Estadísticas descriptivas de los coeficientes de consanguinidad de la vaca para cada una de las características analizadas en el hato lechero del CATIE.

Característica	N	Mínimo	Máximo	Media
PL305	1127 ^a	0	25.0	1.74(3.18) ^c
	558 ^b	0.10	25.0	3.53(3.76)
PG305	1127	0	25.0	1.74(3.18)
	558	0.10	25.0	3.53(3.76)
PP305	659	0	25.0	1.89(3.54)
	387	0.10	25.0	3.21(4.13)
EPP	297	0	25.0	1.84(3.47)
	148	0.10	25.0	3.69(4.18)
IEP	910	0	25.0	1.74(3.16)
	441	0.10	25.0	3.16(3.73)

^a Incluyendo a los animales con $FC=0$.

^b Excluyendo a los animales con $FC=0$.

^c Valores dentro del paréntesis son desviaciones estándar.

Las características PL305 y PG305 tuvieron promedios acumulativos para Fv de $1.74 \pm 3.18\%$ y $3.53 \pm 3.76\%$, para los grupos que incluyen y que excluyen animales con $Fv=0$, respectivamente. Este valor se considera bajo. Sin embargo, su desviación estándar es alta lo que es indicativo de que existen vacas con altos Fv (Cuadro 25A). El promedio señalado para Fv, es inferior al que reportaron Ahmad *et al.* (1974) en la India en la raza Sahiwal ($6.9 \pm 0.3\%$); Hermas *et al.* (1987) en Estados Unidos en la raza Guernsey (4.1%); Hillers y Freeman (1964) en Estados Unidos en la raza Guernsey (6.4%); pero superior al que encontraron Allaire y Henderson (1965) en Estados Unidos en la raza Holstein (0.4%). Aún a pesar de que Fv ejerce efectos negativos sobre PL305, PG305 y PP305, el promedio acumulativo que se tiene en el hato no es preocupante, lo que es contrario en el caso del hato Romosinuano. Pero esto no quiere decir que los apareamientos no tengan que planearse en forma cuidadosa.

Cuadro 23. Estimadores de los coeficientes de regresión lineal (β_1) de producción de leche (PL305), grasa (PG305) y proteína a 305 días (PP305), edad al primer parto (EPP) e intervalo entre partos (IEP), sobre consanguinidad de la vaca (Fv) en el hato Criollo Lechero Centroamericano del CATIE.

Característica	$\beta_1 \pm EE$
PL305	-22.26 ± 6.15 Kg
PG305	$- 0.45 \pm 0.39$ "
PP305	$- 0.68 \pm 0.30$ "
EPP	6 ± 3 Días
IEP	$- 1 \pm 1$ "

Los estimadores de los coeficientes de regresión de PL305, PG305 y PP305 sobre Fv, se presentan en el Cuadro 23. En este cuadro se puede apreciar que por cada incremento de 1% en Fv corresponden reducciones de 22.26 ± 6.15 Kg, 0.45 ± 0.39 Kg y 0.68 ± 0.30 Kg en PL305, PG305 y PP305, respectivamente, (PL305= $2137.9 - 22.26F_v$, PG305= $114.58 - 0.45F_v$ y PP305= $85.26 - 0.68F_v$). Los resultados anteriores se encuentran dentro de los valores que se han reportado en la literatura en diversas razas (Thompson et al., 1957; Von Krosigk y Lush, 1958; Hillers y Freeman, 1964; Bonczek y Young, 1980; Hudson y Van Vleck, 1984; Hermas et al., 1987). Por ejemplo, Bonczek y Young (1980) en la raza Holstein reportaron reducciones significativas de 37.5 Kg en PL305 y de 1.47 Kg en PG305. Hodges et al. (1979) trabajando con ganado Holstein-Friesian en Canadá, observaron reducciones significativas de 22.85 Kg en PL305 para cada incremento porcentual de Fv. en el rango de 0-12%, aunque para PG305 Fv no fue significativo.

Schmidt y Van Vleck (1974) en un resumen de varios trabajos, mencionan que por cada 1% de aumento en Fv habrá una reducción promedio de 22.7 Kg en PL305. Sin embargo, otros autores han reportado efectos no significativos de Fv sobre producción de leche. Por ejemplo, Ahmad et al. (1974) en ganado Sahiwal en la India, reportaron una reducción no significativa de 2.2 ± 6.5 Kg en PL305, mas aún, cuando esta la expresaron como habilidad probable de producción observaron un aumento de 3.4 ± 3.2 Kg por cada aumento porcentual en Fv, el promedio de Fv en su trabajo fue $6.9 \pm 0.3\%$. Ferreira et al. (1989) en Brasil con la raza Caracú tampoco encontraron significativo el efecto de Fv sobre

producción de leche cuando lo estudiaron sobre todas las lactancias, pero si lo fue cuando lo hicieron en la primera y segunda lactancias.

Para ninguna de las características PL305, PG305 y PP305 el efecto cuadrático de Fv resultó ser significativo (Cuadro 26A). Esto indica que un punto crítico para estas características aún no llega a ser detectado. De los 1127 registros que se analizaron en el caso de PL305 y PG305, en 997 de ellos, que corresponden al 88.5% del total, Fv está por debajo de 6.0% (Cuadro 37A). En otros trabajos se han reportado puntos críticos de Fv para producción de leche. Por ejemplo, Ferreira et al. (1989) encontraron que producción de leche fue máxima en la raza Caracú en Brasil, para valores de Fv de 7.07% y 4.45% en la primera, y segunda lactancia, respectivamente.

4.2.2 Características reproductivas.

El papel primario de la reproducción es en la evolución y adaptación de las especies al medio ambiente que las rodea. El éxito reproductivo del nato determinará en gran medida el éxito económico de la empresa. Por tal razón se estudiaron las características reproductivas edad al primer parto (EPP) e intervalo entre partos (IEP) en el hato lechero del CATIE.

Los resultados de los análisis realizados arrojaron medias de mínimos cuadrados de 1121 ± 11 días (36.8 ± 0.4 meses) y 377 ± 5 días (12.4 ± 0.2 meses) para EPP e IEP, respectivamente (Cuadro 20). Estos valores se encuentran dentro de los promedios

reportados en la literatura para estas características bajo condiciones tropicales (Vaccaro, 1984; Duarte et al., 1988; Cunningham y Syrstad, 1987; Anta et al., 1989; Galina y Arthur, 1989a y 1989b). Asimismo, Casas (1990) trabajando con este mismo hato, obtuvo medias de mínimos cuadrados de 1096 ± 5.2 días y 387 ± 9.6 días para EPP e IEP, respectivamente, valores que son similares a los encontrados en este estudio. Vaccaro (1984) en un trabajo de revisión bibliográfica, reporta valores para IEP que varían de 375 a 420 días.

De acuerdo con De Alba (1970) el hato se encuentra solamente 7 días por arriba del límite superior del rango que establece (350-370 días) como óptimo para el IEP en un hato. Esto es una expresión del grado de adaptación con que cuenta el CLC a las condiciones tropicales, característica que tienen en común los diversos grupos raciales criollos de América Latina (Labbe, 1970; Botero, 1976; Hernández, 1976; Rubio, 1976; Tewolde et al., 1990).

4.2.2.1 Efectos ambientales.

El modelo 4, utilizado para analizar el IEP incluyó los efectos fijos de tipo de manejo y año de parto. La interacción tipo de manejo por año de parto no fue considerada ya que hasta 1982 solo hubo un tipo de manejo en la finca. De igual forma el modelo 4 utilizado para analizar EPP incluyó los efectos de año y época de parto y su interacción. Los análisis de varianza de mínimos cuadrados se presentan en el Cuadro 24.

El efecto de año de parto afectó significativamente ($P < 0.01$) ambas características. Esto es indicativo de la importante influencia que ejercen los efectos ambientales sobre estas características. En el Cuadro 31A se presentan medias de mínimos cuadrados por año para EPP e IEP. Las menores medias correspondieron a 1974 (930 ± 87.73 días) y 1973 (334.14 ± 14.07 días) para EPP e IEP, respectivamente, mientras que las más altas correspondieron a 1979 (1431.00 ± 62.44 días) y 1982 (468.73 ± 20.10 días) para las características señaladas. En ambas características el comportamiento de sus medias de mínimos cuadrados a través de los años es errático careciéndose de tendencias definidas a aumentar o disminuir. Esto indica que el mejoramiento en las condiciones de manejo en general en la finca del CATIE a lo largo de los años comprendidos en este estudio no ha sido substancial. En otros trabajos se han reportado reducciones en EPP a través de los años cuando se han mejorado las condiciones de alimentación y manejo del hato (Segura e Hinojosa, 1986). Se ha sugerido el empleo de suplementación alimenticia con la finalidad de reducir EPP, sin embargo es una práctica que antes de su implementación deberá ser evaluada económicamente (diversos autores, citados por Galina y Arthur, 1989a).

El efecto de época y su interacción con año de nacimiento no influyeron significativamente sobre EPP. El efecto de tipo de manejo afectó significativamente ($P < 0.05$) el IEP. El manejo intensivo tuvo la menor media de mínimos cuadrados 361.96 ± 11.58 días, mientras que la lechería general la más alta 390.10 ± 2.34 días (Cuadro 32A). En el módulo intensivo los animales se

encuentran pastoreando praderas fertilizadas de mejor calidad y con manejo mas intensivo (Salgado, 1988; Campos, 1989; Casas, 1990), razón por la que las vacas produciendo bajo este manejo tuvieron la menor media para IEP. En la lechería general por el contrario, los potreros son de menor calidad y el manejo es menos intensivo lo que causa valores mayores para IEP (Cuadro 32A).

Cuadro 24. Análisis de varianza de mínimos cuadrados para edad al primer parto (EPP) e intervalo entre partos (IEP), en el hato Criollo Lechero Centroamericano del CATIE.

Fuente de variación	EPP		IEP	
	GL	CM	GL	CM
Año (A)	30	118747.56 **	35	9975.05 **
Manejo (M)			2	10465.48 *
Epoca (E)	1	21047.46 NS		
A*E	30	880462.63 NS		
Regresiones:				
Fc lineal	1	92013.99 *	1	10562.91 NS
Error	234	20501.30	871	3375.15

** (P<0.01)

* (P<0.05)

NS No significativo.

4.2.2.2 Efectos de consanguinidad.

En el Cuadro 22 se presentan estadísticas descriptivas, incluyendo y excluyendo animales con $F_v=0$, para consanguinidad de la vaca (F_v) en cada una de las características estudiadas en el hato CLC. Para EPP el promedio acumulativo y la desviación

estándar de Fv fue $1.84 \pm 3.47\%$ cuando se incluyeron los animales con Fv=0 y $3.69 \pm 4.18\%$ cuando éstos fueron excluidos. El estimador del coeficiente de regresión de EPP sobre Fv fue 6.2 ± 2.9 días ($EPP = 1121 + 6Fv$, Cuadro 23). Esto indica que a un aumento porcentual en Fv se asocia un aumento significativo ($P < 0.05$), de 6 ± 3 días en EPP. Con anterioridad Casas (1990) reportó un efecto significativo de Fv sobre EPP en este hato. Este resultado es similar al encontrado en Brasil por Drumond *et al.* (1990) quienes reportaron un aumento significativo ($P < 0.05$) de 2.36 ± 0.95 días en EPP en la raza Nelore.

Considerando el promedio de Fv en 1991 ($0.90 \pm 2.23\%$) Cuadro 25A, y el estimador del coeficiente de regresión de EPP sobre Fv, se esperaría un aumento hasta de 19 días en EPP que equivale a un incremento del 1.7% con respecto a la media de mínimos cuadrados para esta característica.

Para IEP el promedio y desviación estándar de Fv fue de $1.74 \pm 3.16\%$ incluyendo los animales con Fv=0, y $3.16 \pm 3.73\%$ excluyéndolos (Cuadro 22). El estimador del coeficiente de regresión lineal de IEP sobre Fv fue de -1 ± 1 días (Cuadro 23), y no fue importante (Cuadro 24).

Las características con baja heredabilidad como es el caso de IEP, cuentan con baja variabilidad genética aditiva, es decir se encuentran mayormente influenciadas por efectos genéticos no aditivos y ambientales (Peña de Borsotti *et al.*, 1979; Casas, 1990; Vogt, 1990). Esto las hace sensibles al efecto de consanguinidad (Falconer, 1981). La falta de significancia del efecto de consanguinidad sobre IEP se debe posiblemente a que

ésta no ha llegado al punto en que ejerce sus efectos detrimentales en este hato. Lo anterior está acorde con la aceptable media de mínimos cuadrados para esta característica (377 ± 5 días, Cuadro 20).

Los resultados de este trabajo para IEP son acordes con lo reportado por otros autores. Por ejemplo, Ahmad et al. (1974) en ganado Sahiwal en la India no encontraron efecto significativo de Fv sobre IEP (-1.1 ± 2.1 días/1% Fv), a pesar de que el promedio de Fv en su trabajo fue de $6.9 \pm 0.3\%$. Por otro lado Hodges et al. (1979) trabajando con la raza Holstein en Canadá, tampoco encontraron efecto significativo de Fv sobre IEP. El rango de Fv comprendido en el trabajo en referencia fue de 0-15.62%.

4.2.3 Análisis excluyendo vacas con Fv=0.

Al igual que en el hato Romosinuano, en cada uno de los conjuntos de datos de cada una de las características de producción y reproducción estudiadas en el hato CLC, se eliminaron los registros de los animales con Fv=0 y se realizaron los mismos análisis con el modelo 4. Los análisis de varianza se presentan en los Cuadros 34A y 35A, para las características de producción y reproducción, respectivamente.

Las medias de mínimos cuadrados obtenidas de estos análisis para PL305, PG305 y PP305, se presentan en el Cuadro 33A. Estas fueron mayores que las obtenidas en el análisis que consideró los registros de producción de animales con Fv=0. (Cuadros 20 y 33A). Esto concuerda con los resultados que se obtienen del análisis que incluye el efecto de categoría de consanguinidad, la que fue

creada con base en el Fv, con el objetivo de estimar medias para cada categoría en cada característica estudiada para hacer un análisis económico que se discute mas adelante (Cuadro 25). Es decir PL305, PG305 y PP305 serán mayores con niveles de Fv moderados, sin que esto indique un punto crítico a partir del cual hayan reducciones. Sin embargo este punto de máxima producción no pudo ser determinado por la falta de registros de producción de animales con Fv superiores a 6.0% (Cuadro 37A), y los bajos promedios acumulativos anuales de Fv encontrados en este hato (Cuadro 25A).

4.2.3.1 Características de producción (PL305, PG305 y PP305).

Los efectos ambientales como tipo de manejo, año, época de parto y la interacción año por época, afectaron las tres características de manera similar que en el análisis en el que se consideran los animales con $Fv=0$. En estos análisis sólo el efecto de época no tuvo influencia de importancia sobre PG305 (Cuadro 34A).

Con respecto a la posible influencia de Fv sobre las características de producción, se puede observar que dicha influencia se mantuvo sobre PL305, PP305 ($P<0.01$). Mas aún, la influencia de Fv sobre PG305 que no había sido importante en el primer análisis ahora cobra importancia (Cuadros 21 y 34A).

Como era de esperarse, los estimadores de los coeficientes de regresión para PL305, PG305 y PP305 son mayores en este análisis que en el primero (Cuadros 23 y 36A). Es decir las reducciones asociadas con un incremento porcentual en Fv son mas

pronunciadas, en el conjunto de datos de este tipo de animales (Fv=0 excluidos).

4.2.3.2 Características reproductivas.

La influencia de los efectos ambientales sobre EPP e IEP en este análisis, donde se excluyen los registros de las vacas con Fv=0, se mantiene similar a los resultados antes obtenidos cuando se incluyen todos los registros. El único cambio es para el efecto de tipo de manejo que en el primer análisis resultó ser fuente de variación importante ($P < 0.05$) para IEP, pero no en este análisis (Cuadros 23 y 35A).

Con respecto al efecto de Fv la misma influencia ($P < 0.05$) sobre EPP se mantiene, y tampoco resulta importante para IEP (Cuadros 23 y 35A). Los estimadores de los coeficientes de regresión de EPP e IEP sobre Fv se presentan en el Cuadro 36A. Estos fueron mayores que en el primer análisis, 9 ± 4 días vs 6 ± 3 días y 0 ± 1 días vs -1 ± 1 días, para EPP e IEP, respectivamente. Esto era de esperarse debido a que ahora que se eliminaron las vacas con Fv=0, se abre un posible campo de acción para la depresión endogámica la que es detrimental sobre características reproductivas como lo son EPP e IEP.

4.2.4 Análisis económico.

Estadísticas descriptivas de Fv para las diferentes categorías creadas en las diversas características estudiadas en

el hato CLC se presentan en el Cuadro 37A. La categoría 1 corresponde a los animales con $F_v=0$. En la categoría 2, conformada por animales con F_v mayor que cero pero menor o igual que 3.0%. Los promedios variaron de $0.95\pm 0.79\%$ (PP305) a $1.16\pm 0.80\%$ (EPP). En la categoría 3, animales con F_v mayor que 3.00% pero menor o igual a 6.0%, los promedios variaron de $4.08\pm 0.99\%$ (PL305) a $4.53\pm 1.01\%$ (PP305). Finalmente en la categoría 4, que incluye animales con F_v mayor que 6.0%, la variación observada fue de 8.08 ± 4.41 (IEP) a 9.06 ± 5.38 (PP305).

Las medias de mínimos cuadrados para cada una de las categorías creadas para cada característica analizada en el hato CLC, se presentan en el Cuadro 38A. Para PL305, PG305 y PP305, en general se observó un decremento en la producción a medida que se incrementó F_v . Resultados similares fueron reportados por Young (1984) en ganado lechero, quienes reportaron diferentes estimadores de regresión de características de producción, crecimiento y mortalidad en grupos de animales con diferente nivel de consanguinidad, siendo mas altos los valores de los estimadores de los coeficientes de regresión en los grupos con los mayores niveles de consanguinidad. Hudson y Van Vleck (1984), encontraron similares resultados en las razas Ayrshire, Guernsey, Holstein, Jersey y Pardo Suizo.

Es notorio sin embargo, que la categoría 2 fue la que tuvo las mayores medias para las tres características de producción lo cual es indicativo de un efecto cuadrático. Este sin embargo no pudo detectarse en el presente análisis para este hato realizado mediante el modelo 4 que incluyó los coeficientes de regresión

parcial lineal y cuadrático de producción de leche, grasa y proteína a 305 días sobre Fv. La razón que se le atribuye a ello es que con los niveles de consanguinidad acumulada, tan bajos en este hato no es posible detectar este efecto. Las medias de las categorías de consanguinidad bajo este análisis difirieron ($P < 0.05$) solo en PL305 y PP305. Estos resultados son acordes con los análisis de la primera parte en este hato (Cuadro 21).

En las dos características reproductivas estudiadas igualmente se puede notar indicios de un efecto cuadrático de Fv, ya que son la categoría 1 con 1128 ± 18 días y 388 ± 6 días y la categoría 4 con 1164 ± 31 días y 369 días para EPP e IEP, respectivamente, las que mayores medias tienen, mientras que las correspondientes a las categorías 2 y 3 les corresponden 1102 ± 25 días y 364 ± 7 días; y 1103 ± 31 días y 367 ± 7 días, para EPP e IEP, respectivamente (Cuadro 38A). Sólo en IEP hubo diferencias importantes ($P < 0.01$) entre las medias de las diferentes categorías (Cuadro 39A). De nuevo se atribuye a los bajos valores de Fv encontrados en este hato el motivo por el cual el efecto cuadrático no pudo ser detectado.

En el Cuadro 25 se presentan las ganancias por día/vaca en valor presente neto en cada categoría de Fv para PL305, que fueron obtenidas con la ecuación 5 citada en materiales y métodos. Se consideró un precio de venta de la leche de US\$ 0.30/Kg y una tasa de interés real del 5% (Comunicación personal Dr. Federico Holmann).

Cuadro 25. Ganancia diaria (US\$) en valor presente neto (VPN)/vaca en una lactancia de 305 días, medias de mínimos cuadrados (MMC) e intervalo entre partos (IEP) en cada categoría de consanguinidad de la vaca (Fv) para producción de leche a 305 días en el hato Criollo Lechero Centroamericano del CATIE.

	Categoría de Fv			
	1	2	3	4
VPN	1.614	1.781	1.666	1.600
MMC	2142.8±56.0	2215.0±66.8	2089.2±72.4	2017.0±75.0
IEP	388	364	367	369
Categoría 1	Fv = 0%.			
2	0% < Fv ≤ 3%.			
3	3% ≤ Fv ≤ 6%.			
4	Fv > 6%.			

Las diferencias por día entre vacas de las categorías 1, 3 y 4 con respecto de la 2 fueron (en US\$): 0.16⁻, 0.115 y 0.181, respectivamente. Estas diferencias causarán pérdidas en una lactancia de 305 días de (US\$) 50.935, 35.0⁻⁵ y 55.205 por lactancia/vaca. Cuadro 26. Si se considera el número total de vacas del genotipo CLC que se tiene en el hato lechero, las pérdidas totales debidas exclusivamente a consanguinidad son considerables.

Cuadro 26. Valor de la producción por lactancia/vaca (US\$) en cada categoría de consanguinidad de la vaca y diferencias con respecto a la categoría de mayor producción, en el hato Criollo Lechero Centroamericano del CATIE.

Categoría	Valor de la producción	Diferencia
1	492.27	-50.935
2	543.20	0.0
3	508.13	-35.075
4	488.00	-55.205

Aunque la media de producción de las vacas de la categoría 1 es mayor que las correspondientes a vacas de las categorías 3 y 4 (Cuadro 25), no se traduce en un mayor valor de la producción porque la ecuación para obtener el valor presente neto considera el IEP. Una vaca con mayores IEP, caso de las vacas de la categoría 1, tardará mas tiempo en recuperar la inversión por ello el valor de la producción que se obtiene (Cuadro 26).

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Hato de carne.

Con relación a los objetivos propuestos y de acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo, se presentan las siguientes conclusiones y recomendaciones para este hato.

5.1.1 Conclusiones.

1. La consanguinidad de la cría afecta significativamente todas las características de crecimiento pre y postdestete con excepción de ganancia diaria posdestete en pastoreo en el ganado Romosinuano. Por su parte consanguinidad del semental ejerce efectos detrimentales sobre peso al nacimiento y peso al destete ajustado a 210 días.
2. Las diferencias observadas entre los coeficientes de regresión de consanguinidad de la cría de machos y hembras, para las características de crecimiento pre y postdestete estudiadas no fueron significativas.
3. Las características reproductivas EPP e IEP no son afectadas significativamente por consanguinidad del individuo (consanguinidad de la cría). Quedando de esta manera manifiesta la adaptación que el genotipo Romosinuano tiene para las condiciones tropicales.
4. Niveles críticos para el efecto de consanguinidad del padre (3.82%) y de la cría (7.28%) sobre peso al nacimiento y peso a 18 meses, respectivamente, fueron detectados. El nivel acumulativo en el hato para 1991 (5.68 ± 3.02), de

consanguinidad del padre ha rebasado el nivel crítico para peso al nacimiento. Por su parte, el correspondiente a consanguinidad de la cría ($6.82 \pm 1.79\%$), está muy próximo a dicho punto para peso a los 18 meses.

5. La mayoría de los estimadores de regresión de las características de crecimiento pre y postdestete sobre los coeficientes de parentesco de los animales contemporáneos con los sementales de fundación, fueron negativos, y los positivos no fueron estadísticamente diferentes de cero. La línea de Jamaico deberá desenfatzarse en los programas de selección del ható cuando ella enfatice el peso al destete de la cría. Cuando los criterios de selección sean los pesos a los 12, 18 y 24 meses, las líneas que deberán desenfatzarse serán las de Sancón y Borrego.
6. Por el bajo número de observaciones de EPP en todo el trabajo y por año. Cuadro 1A, no sería muy recomendable tomar como conclusivos los resultados para EPP, recomendándose un nuevo trabajo para esta característica en dos a cuatro años más. Esta conclusión queda reforzada por el efecto negativo importante que ejerce consanguinidad sobre las características de peso de la cría a los 12, 18 y 24 meses.
7. Consanguinidad de la cría ocasiona pérdidas que varían de US\$ 5.8 a 13.0 por animal al final de la etapa de crecimiento en peso de la cría al destete, y a los 12, 18 y 24 meses.

5.1.2 Recomendaciones.

1. Se recomienda que a la mayor brevedad posible se realicen los trámites necesarios para la introducción de nuevo germoplasma de Romosinuano. Esto es por el tiempo que habrá de transcurrir entre que se solicite y estén listos los animales para su incorporación al hato como reproductores.
2. Se recomienda que se estudie el efecto de consanguinidad sobre la tasa de mortalidad en ambos hatos y sobre producción de leche en el hato de carne.

5.2 Hato lechero.

Con relación a los objetivos inicialmente planteados para este hato y de acuerdo con los resultados obtenidos, se presentan las siguientes conclusiones y recomendaciones.

5.2.1 Conclusiones.

1. Consanguinidad de la vaca ejerce efectos detrimentales sobre producción de leche y proteína ajustadas a 305 días y equivalente maduro, pero no sobre producción de grasa a 305 días. Sin embargo, con los promedios acumulativos existentes en este hato todavía no representa un problema grave.
2. Consanguinidad de la vaca afecta negativamente la edad al primer parto, mas no así el intervalo entre partos.
3. Consanguinidad de la vaca ocasiona pérdidas económicas que varían de US\$ 35.1 a 55.2 en la producción de leche por lactancia ajustada a 305 días y equivalente maduro.

5.2.2 Recomendaciones.

1. Puesto que el efecto de consanguinidad de la vaca es detrimental sobre producción de leche y proteína ajustadas a 305 días y equivalente maduro y sobre edad al primer parto, se recomienda que la planificación de los apareamientos con base al coeficiente de parentesco de los padres, se continúe con la finalidad de evitar crías con elevados valores de consanguinidad.
2. Una recomendación general es que se adquiriera el procedimiento INBREED de SAS con la finalidad de planificar en una manera mas rápida el empadre en ambos hatos, máxime si la introducción de nuevo germoplasma de Romosinuano no es inmediata.

6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ABPLANALP, H. 1988. Selection response in inbred lines of white Leghorn chickens. In Proceedings of the 2nd. International Conference on Quantitative Genetics. B. S. Weir, E. J. Eisen, M. M. Goodman, G. Namkoong (eds.). Sinauer Associates, Inc. Publishers. Sunderlands, Ma. U. S. A. p 360-378.
- ACHARYA, R.M.; LUSH, J.L. 1968. Genetic progress trough selection in a closed herd of indian cattle. J. Dairy Sci. (EE.UU.) 51:1059-1064.
- AHMAD, Z.; AHMAD, M.D.; QURESHI, A.W. 1974. Influence of inbreeding on performance traits of Sahiwal cattle. J. Dairy Sci. (EE.UU.) 57:1225-1227.
- ALBA, J. DE. 1970. Reproducción y genética animal. IICA-OEA. SIC, México, D.F. 446 p.
- _____. 1984. El bovino Romosinuano en Turrialba. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie técnica. Boletín técnico No. 13. 15 p.
- _____. 1985. El Criollo lechero en Turrialba. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie técnica. Boletín técnico No. 15. 59 p.
- _____; KENNEDY, B.W. 1985. Milk production in the Latin-American Criollo and its crosses with the Jersey. Anim. Prod. (G.B.) 41:143-150.
- ALEXANDER, G.I.; BOGART, R. 1959. Effects of inbreeding on performance characteristics in inbred lines of beef cattle. J. Anim. Sci. (EE.UU.) 18:1164.(Abstr).
- ALLAIRE, F.R.; HENDERSON, C.R. 1965. Inbreeding within artificially bred dairy cattle population. J. Dairy Sci. (EE.UU.) 48:1366-1371.
- ANTA, E.; RIVERA, J.A.; GALINA, C.; PORRAS, A.; ZARCO, L. 1989. Aálisis de la información publicada en México sobre eficiencia reproductiva de los bovinos. II. Parámetros reproductivos. Veterinaria (Méx.) 20(1):11-18.

- BAILEY, C.M.; HARVEY, W.R.; HUNTER, J.F.; TORELL, C.R. 1971. Estimated direct and correlated response to selection for performance traits in closed Hereford lines under different types of environments. *J. Anim. Sci. (EE.UU.)* 33:541-549.
- BAILON, G. 1974. Aspectos genético-fisiológicos del crecimiento en ganado de carne en el trópico. Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica. IICA. 48 p.
- BAZAN, O.; MUÑOZ, H.; DEATON, O.W.; VOHNOUT, K. 1976. Comportamiento reproductivo de ganado de carne en Costa Rica. *Mem. A.L.P.A. (Méx.)* 11:54
- BERESKIN, B.; SHELBY, C.E.; ROWE, K.E.; URBAN, W.E. Jr.; BLUNN, C.T.; CHAPMAN, A.B.; GARWOOD, V.A.; HAZEL, L.N.; LASLEY, J.F.; MAGEE, W.T.; McCARTY, J.W.; WHATLEY, J.A. Jr. 1968. Inbreeding and swine productivity traits. *J. Anim. Sci. (EE.UU.)* 27:339-350.
- BLUNTZER, J.S.; FORREST, D.W.; HARMS, P.G.; BEVERLY, J.R.; LONG, C.R. 1989. Effect of suckling manipulation on postpartum reproduction in primiparous Brahman-cross cows. *Theriog. (EE.UU.)* 32(6):893-899.
- BONCZEK, R.R.; YOUNG, C.W. 1980. Comparison of production and reproduction traits of two inbred lines of Holstein cattle with attention to the effect of inbreeding. *J. Dairy Sci. (EE.UU.)* 63(Suppl. 1):106-107.(Abstr).
- BONDOC, O.L.; SMITH, C.; GIBSON, J.P. 1989. A review of breeding strategies for genetic improvement of dairy cattle in developing countries. *Anim. Breed. Abstr. (G.B.)* 57:819-829.
- BORGOGNON, J.A.; GENES, O.Q. 1976. Factores que afectan el peso al destete y a los 18 meses en ganado Cebú. *Mem. A.L.P.A. (Méx.)* 11:39-40.
- BOTERO L, F. 1976. Ganado Blanco Orejinegro. In Razas criollas colombianas. Manual de asistencia técnica No. 21. Instituto Colombiano Agropecuario. Bogotá, Col. p 17-61.
- BOURDON, R.M.; BRINKS, J.S. 1982. Genetic, environmental and phenotypic relationships among gestation length, birth weight, growth traits and age at first calving in beef cattle. *J. Anim. Sci. (EE.UU.)* 55:543-553.

- BRINKS, J.S.; CLARK, R.T.; KIEFFER, N.M. 1963. Sex differences in response to inbreeding in a line of Hereford cattle. *J. Anim. Sci. (EE.UU.)* 22:816.(Abstr).
- _____; KNAPP, B.W. 1975. Effects of inbreeding on performance of beef cattle in the western region. *Colorado Agric. Exp. Sta. Tech. Bull.* 123.
- CARDONA G., J.L. 1989. Efectos directos, maternos, correlación entre ellos e indicadores de productividad total en ganado Romosinuano bajo condiciones de trópico húmedo. Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 108 p.
- CASAS C., E. 1990. Evaluación genética y ambiental de características relacionadas con la eficiencia reproductiva en genotipos lecheros y de carne, bajo condiciones de trópico húmedo. Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica. 137 p.
- COTHRAN, E.G.; MacCLUER, J.W.; WEITKAMP, L.R.; PFENNIG, D.W.; BOYCE, A.J. 1984. Inbreeding and reproductive performance of Standardbred horses. *J. Hered. (EE.UU.)* 75(3):220-224.
- CUNDIFF, L.V.; WILLHAM, R.L.; PRATT, C.A. 1966. Additive versus multiplicative correction factors for weaning weight in beef cattle. *J. Anim. Sci. (EE.UU.)* 25:983-987.
- CUNNINGHAM, E.P.; SYRSTAD, O. 1987. Crossbreeding *Bos indicus* and *Bos taurus* for milk production in the tropics. *FAO. Animal Production and Health Paper. No. 68.* 90 p.
- DANELL, Ö.; RÖNNINGEN, K.; STRÖM, H.; ANDERSSON, K.; SUNDGREN, P. E. 1976. An extension of the discounted gene flow method with example in pig breeding. *Acta Agric. Scand. (Sue.)* 26:203-210.
- DE ROO, G. 1988. Studies on inbreeding schemes in a closed pig population. II. Mating policy. *Livest. Prod. Sci. (Hol.)* 19:443-458.
- DICKERSON, G.E. 1972. Inbreeding and heterosis in animals. *In Proceedings of the animal breeding and genetics symposium in honor of Dr. J.L. Lush, held July 29, 1972, at Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia. Champaign Ill. U.S.A. ASAS and ADSA.* p 54-77.

- DINKEL, C.A.; BUSCH, D.A.; MINYARD, J.A.; TREVILLYAN, W.R. 1968. Effects of inbreeding on growth and conformation of beef cattle. *J. Anim. Sci. (EE.UU)* 27:313-322.
- _____; ANDERSON, L.M.; PARKER, W.R.; TREVILLYAN, W.R. 1972. Effects of inbreeding on fertility and livability in beef cattle. *J. Anim. Sci. (EE.UU.)* 35:725-729.
- DRUMOND, A.M.; FONSECA, C.G.; PEREIRA, J.C.C.; OLIVEIRA, H.N. 1990. Efeito da endogamia sobre a idade ao primeiro parto e o intervalo entre partos em uma população de elite da raça Nelore. *Arq. Bras. Med. Vet. Zoot. (Brasil)* 42:103-119.
- DUARTE-ORTUÑO, A.; THORPE, W.; TEWOLDE, A. 1988. Reproductive performance of purebred and crossbred beef cattle in the tropics of Mexico. *Anim. Prod. (G.B.)* 47:11-20.
- ERCANBRACK, S.K.; KNIGHT, A.D. 1981. Weaning trait comparisons among inbred lines and selected noninbred and randomly bred control groups of Rambouillet, Targhee and Columbia sheep. *J. Anim. Sci. (EE.UU)* 52:977-988.
- _____; KNIGHT, A.D. 1983. Yearling trait comparisons among inbred lines and selected noninbred and randomly bred control groups of Rambouillet, Targhee and Columbia ewes. *J. Anim. Sci. (EE.UU)* 56:316-329.
- _____; KNIGHT, A.D. 1991. Effects of inbreeding on reproduction and wool production of Rambouillet, Targhee, and Columbia ewes. *J. Anim. Sci. (EE.UU.)* 69:4734-4744.
- FALCONER, D.S. 1981. An introduction to quantitative genetics. 2nd ed. Longman Pub. London. 340 p.
- FERREIRA, R.; SILVA, C.; CAMPOS, J.C.; GRAÇA, C. 1989. Efeito da endogamia sobre a produção de leite em um rebanho Caracú. *Arq. Bras. Med. Vet. Zoot. (Brasil)* 41:143-153.
- FRANKLIN, I.R. 1986. Breeding ruminants for the tropics. In 3rd. World Congress on genetics applied to livestock production. Lincoln, Nebraska, U.S.A. July 16-21, 1986. p 451-461.
- GALDO, E.; VERDE, O.; BAUER, B.; PLASSE, D. 1976. Producción comparativa de vacas Brahman y Nelore apareadas con toros Brahman en el trópico de Bolivia. 2. Pesos al nacer y al destete de los hijos. *Mem. A.L.P.A. (Méx.)* 21:23.

- GALINA, C.S.; ARTHUR, G.H. 1989a. Review of cattle reproduction in the tropics. Part 1. Puberty and age at first calving. Anim. Breed. Abstr. (G.B.) 57:583-590.
- _____ ; ARTHUR, G.H. 1989b. Review of cattle reproduction in the tropics. Part 2. Parturition and calving interval. Anim. Breed. Abstr. (G.B.) 57:679-686.
- _____ ; ARTHUR, G.H. 1989c. Review of cattle reproduction in the tropics. Part 3. Puerperium. Anim. Breed. Abstr. (G.B.) 57:899-910.
- GALLARDO, V., A.E. 1989. Identificación de limitantes críticas en el agroecosistema de producción leche en fincas de Santa Cruz de Turrialba. Tesis Mag. Sci. Turrialba, C. R. 175 p.
- GILBERT, R.P.; GASKINS, C.T.; HILLERS, J.K.; BRINKS, J.S.; DENHAM, A.H. 1988. Inbreeding and immunoglobulin G₁ concentrations in cattle. J. Anim. Sci. (EE.UU.) 66:2490-2497.
- GILLOIS, M. 1988. Consanguinity. In Proceedings of the 2nd. International Conference on Quantitative Genetics. B. S. Weir, E. J. Eisen, M. M. Goodman, G. Namkoong (eds.). Sinauer Associates, Inc. Publishers. Sunderlands, Ma. U. S. A. p 353-359.
- GONZALEZ, S.C. 1984. Comportamiento reproductivo de las razas locales de rumiantes en el trópico americano. In Reproduction des ruminants en zone tropicale, Pointe-à-Pitre, F.W.I. INRA (Les colloques de l'INRA, No. 20).
- HARVEY, W.R. 1990. User's guide for LSMLMW and MIXMDL PC-2 version. Mixed model least-squares and maximum likelihood computer program. S.l., s.e. 90 p.
- HERMAS, S.A.; YOUNG, C.W.; RUST, J.W. 1987. Effects of mild inbreeding on productive and reproductive performance of Guernsey cattle. J. Dairy Sci. (EE.UU.) 70:712-715.
- HERNANDEZ B., G. 1976. Ganado Romosinuano. In Razas criollas colombianas. Manual de asistencia técnica No. 21. Instituto Colombiano Agropecuario. Bogotá, Colombia. p 1-16.
- _____ ; 1978. Factores ambientales y genéticos en ganado de carne tropical. Mem. A.L.P.A. (Méx.) 13:145.

- _____. 1981. Las razas criollas colombianas para la producción de carne. In Recursos genéticos animales en América Latina. B. Müller-Haye y J. Gelman (eds.) FAO. Producción y Sanidad Animal (Ital.) 22:52-76.
- _____; KOCH, R.M.; DICKERSON, G.E. 1982. Influencia de algunos factores en el intervalo entre partos del ganado Romosinuano. Mem. A.L.P.A. (Méx.) 17:55-61.
- HILLERS, J.K.; FREEMAN, A.E. 1964. Effects of inbreeding and selection in a closed Guernsey herd. J. Dairy Sci. (EE.UU.) 47:894-897.
- HINOJOSA, A.; SEGURA, J. 1986. Edad al primer parto y comportamiento reproductivo de hembras Cebú en la península de Yucatán, México. Mem. A.L.P.A. (Méx.) 21:9-10.
- HODGES, J.; TANNEN, L.; MCGILLIVRAY, B.J.; HILEY, P.G.; ELLIS, S. 1979. Inbreeding levels and their effect on milk, fat and calving interval in Holstein-Friesian cows. Can. J. Anim. Sci. (Can.) 59:153-158.
- HUDSON, G.F.S.; VAN VLECK, L.D. 1984. Inbreeding of artificially bred dairy cattle in the northeastern United States. J. Dairy Sci. (EE.UU.) 67:161-170.
- JOHNSON, H.D. 1987. Bioclimate effects on growth, reproduction and milk production. In Bioclimatology and the adaptation of livestock. Elsevier Pub. Co. Amsterdam, The Netherlands. p 35-57.
- KELLER, D.G.; BRINKS, J.S. 1978. Inbreeding by environment interactions for weaning weight in Hereford cattle. J. Anim. Sci. (EE.UU.) 46:48-53.
- KHANNA, A.S.; KANAUIA, A.S.; BALAINE, D.S. 1979. Inbreeding in closed herds of Haryana cattle: Relationship between coefficient of inbreeding and production traits. Indian J. Dairy Sci. (India) 32:151-155.
- KLEMETSDAL, G.; JOHNSON, M. 1989. Effect of inbreeding on fertility of Norwegian trotter. Livest. Prod. Sci. (Hol.) 21:263-272.
- KOCH, R.M. 1972. The role of maternal effects in animal breeding: VI. Maternal effects in beef cattle. J. Anim. Sci. (EE.UU.) 35(6):1316-1323.

- _____ ; CLARK, R. 1955. Genetic and environmental relationships among economic characters in beef cattle. 3. Evaluating maternal environment. J. Anim. Sci. (EE.UU.) 14:979-996
- _____ ; CUNDIFF, L.V.; GREGORY, K.E.; DICKERSON, G.E. 1973. Genetic and phenotypic relations associated with preweaning and postweaning growth of Hereford bulls and Heifers. J. Anim. Sci. (EE.UU.) 36:235-239.
- KREHBIEL, E.V.; CARTER, R.C.; BOVARD, K.P.; GAINES, J.A.; PRIODE, J.A. 1969. Effects of inbreeding and environment on fertility of beef cattle matings. J. Anim. Sci. (EE.UU.) 29:528-533.
- KROSIGK, C.M., VON; LUSH, J.L. 1958. Effect of inbreeding on production in Holsteins. J. Dairy Sci. (EE.UU.) 41:105-113.
- LABBE, S. 1970. Comportamiento reproductivo y productividad de las razas Criollo, Santa Gertrudis, Brahman y Romosinuano. Tesis. Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica. IICA. 56 p.
- LAMBERSON, W.R.; THOMAS, D.L.; ROWE, K.E. 1982. The effects of inbreeding in a flock of Hampshire sheep. J. Anim. Sci. (EE.UU.) 55:780-786.
- _____ ; THOMAS, D.L. 1984. Effects of inbreeding in sheep: a review. Anim. breed. Abstr. (G.B.) 52:287-297.
- LEYMASTER, K.A.; SWIGER, L.A.; HARVEY, W.R. 1979. Selection for increased leanness of Yorkshire swine. II. Population parameters, inbreeding effects and response to selection. J. Anim. Sci. (EE.UU.) 48:800-809.
- _____ ; SWIGER, L.A. 1981. Selection for increased leanness of Yorkshire swine. III. Inbreeding effects on secondary traits. J. Anim. Sci. (EE.UU.) 53:620-628.
- MacNEIL, M.D.; DEARBORN, D.D.; CUNDIFF, L.V.; DINKEL, C.A.; GREGORY, K.E. 1989. Effects of inbreeding and heterosis in Hereford females on fertility, calf survival and preweaning growth. J. Anim. Sci. (EE.UU.) 67:895-901.
- MARES, S.E.; MENGE, A.C.; TYLER, J.; CASIDA, L.E. 1958. Some sources of variation in conception rate and pregnancy loss in parous Holstein cows. (Abstr.) J. Anim. Sci. 17:217.

- MARTINEZ, G., J.C. 1986. Mortalidad de hembras desde el nacimiento al primer parto en bovinos de diferentes genotipos lecheros, bajo condiciones de Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sci. Turrialba, C. R. UCR/CATIE. 132 p.
- McCLINTOCK, A.E.; CUNNINGHAM, E.P. 1974. Selection in dual purpose cattle populations: Defining the breeding objective. Anim. Prod. (G.B.) 18:237-247.
- McPHEE, H.C.; WRIGHT, S. 1925. Mendelian analysis of the pure breeds of livestock. II. The Shorthorns. J. Hered. (EE.UU.) 16:205-215.
- MI, M.P.; CHAPMAN, A.B.; TYLER, W.J. 1965. Effects of mating on production traits in dairy cattle. J. Dairy Sci. (EE.UU.) 48:77-84.
- MIKAMI, H.; FREDEEN, H.T.; SATHER, A.P. 1977. Mass selection in a pig population. 2. The effects of inbreeding within the selected populations. Can. J. Anim. Sci. (Can.) 57:627-634.
- MOLINA, R. 1978. Evaluación del potencial productivo de la raza Romosinuano y su uso en cruzamientos para ganado de carne. Tesis, Mag. Sci., Turrialba, C. R., UCR/CATIE. 51 p.
- _____; DEATON, O.; MUÑOZ, H. 1982. Potencial productivo del Romosinuano y su uso en cruzamientos para ganado de carne. Prod. Anim. Trop. (R.D.) 7:272-277.
- MOORE, D.B.; STONAKER, H.H.; RIDDLE, K. 1961. Factors influencing comparisons of hereford bulls for rate of gain. J. Anim. Sci. (EE.UU.) 20:255-259.
- MUJICA, F.; TEWOLDE, A. 1990. Caracteres de importancia económica especialmente en bovinos de doble propósito. In Conferencia Internacional sobre sistemas y estrategias de mejoramiento bovino en el trópico. (1990. Turrialba, C.R.) Memorias. Turrialba, C.R. p. 63-80.
- MUÑOZ, H.; MARTIN, T.G. 1969a. Crecimiento antes y después del destete en ganado Santa Gertrudis, Brahman y Criollo y sus cruces recíprocos. Mem. A.L.P.A. (Méx.) 4:7-28.
- _____; MARTIN, T.G. 1969b. Características en canal de las razas Santa Gertrudis, Brahman y Criolla y sus cruces recíprocos. Mem. A.L.P.A. (Méx.) 4:29-46.

- NELMS, G.E.; STRATTON, P.O. 1964. Phenotypic response to selection in a closed line of beef cattle. *J. Anim. Sci.* (EE.UU.) 23:852 (Abstr.).
- _____; STRATTON, P.O. 1967. Selection practiced and phenotypic change in a closed line of beef cattle. *J. Anim. Sci.* (EE.UU.) 26:274-277.
- NORMAN, L.M.; HOHENBOKEN, W.D.; KELLEY, K.W. 1981. Genetic differences in concentrations of immunoglobulins G₁ and M in serum and colostrum of cows and in serum of neonatal calves. *J. Anim. Sci.* 53:1465-1472.
- OEDRA, B.A.; KAUSHIK, S.N.; KATPATAL, B.G. 1977. A note on the studies on inbreeding effects on production and reproductive characters in Gir cattle. *Indian J. Anim. Sci. (India)* 47:824-826.
- PEARSON, R.E.; PLOWMAN, R.D.; HOOVEN, N.W. Jr.; MILLER, R.H.; SMITH, J.W.; WEINLAND, B.T. 1977. Three mating systems compared: I. First-, second-, and third-lactation milk yields, composition, flow, and milking times. *J. Dairy Sci.* (EE.UU.) 60:1773-1786.
- PIRCHNER, F. 1985. Genetic structure of populations. 1. Closed populations or matings among related individuals. *In* World Animal Science. General and quantitative genetics. A.B. Chapman, (ed.). Elsevier, Amsterdam, The Netherlands. p 227-250.
- PLASSE, D. 1983. Crossbreeding results from beef cattle in the Latin American tropics. *Anim. Breed. Abstr. (G.B.)* 51:779-797.
- REDDY, K.M.; NAGARCENKAR, R. 1988. Studies on production traits in Sahiwal cattle. *Indian J. Dairy Sci. (India)* 41:298-311.
- _____; NAGARCENKAR, R. 1989. Incidence of inbreeding among Sahiwal cattle. *Indian J. Dairy Sci. (India)* 42:289-294.
- RENDEL, J.M.; ROBERTSON, A. 1950. Estimation of genetic gain in milk yield by selection in a closed herd of dairy cattle. *J. Genet. (G.B.)* 50:1-8.
- REYNOLDS, W.L.; URICK, J.J.; KNAPP, B.W.; MacNEIL, M.D. 1991. Maternal breed of sire effects on postweaning performance of

- first-cross heifers and production characteristics of 2-year-old heifers. *J. Anim. Sci. (EE.UU.)* 69:4368-4376.
- RUBIO, R. 1976. Ganado Costeño con Cuernos. *In Razas criollas colombianas. Manual de asistencia técnica No. 21. Instituto Colombiano Agropecuario. Bogotá, Col. p 83-106.*
- SALAZAR, D.; HUERTAS V., E. 1976. Eficiencia de la producción de leche en el trópico colombiano. *Mem. A.L.P.A. (Méx.)* 11:51.
- SALGADO F., D.J. 1988. Indices de selección y evaluación de su efectividad para características relacionadas con la producción de leche en el trópico. *Tesis Mag. Sci. Turrialba, C. R. CATIE. 124 p.*
- SAS INSTITUTE. 1989. SAS user's guide: basics. (Release 6.03). Cary, NC. 584 p.
- SCHMIDT, G.H.; VAN VLECK, L.D. 1974. Principles of dairy science. W. H. Freeman and Co., San Francisco, Cal.
- SEARLE, S.R. 1987. Linear models for unbalanced data. 1st. éd. John Wiley & Sons. Inc. 536 p.
- SEGURA C., J.C.; HINOJOSA C., J.A. 1986. Eficiencia reproductiva de un hato Cebú comercial bajo condiciones tropicales. II. Edad al primer parto. *Veterinaria. (Méx.)* 17:255-259.
- SEQUEIRA S., R. 1986. Evaluación genética de producción láctea y reproducción en ganado Suizo y sus cruces bajo condiciones de trópico seco en Nicaragua. *Tesis Mag. Sci. Turrialba, C. R., UCR/CATIE. 126 p.*
- SPIESS, E.B. 1977. Genes in populations. John Wiley & Sons. New York, U.S.A. 780 p.
- SRINIVAS, B.; GURNANI, M. 1981. Incidence of inbreeding and its effect on some traits of Sahiwal cattle. *Indian J. Dairy Sci. (India)* 34:8-15.
- STONAKER, H. H. 1954. Observations on reproduction, growth, feed utilization, and grades of inbred and outbred Hereford Cattle. (Abstr.) *J. Anim. Sci.* 13:963.

- _____. 1971. Animal breeding in the tropics of Latin America. J. Anim. Sci. (EE.UU.) 33:1-6.
- SWIGER, L.A.; GREGORY, K.E.; KOCH, R.M.; ARTHAUD, V.A. 1961. Effect of inbreeding on performance traits of beef cattle. J. Anim. Sci. (EE.UU.) 20:626-630.
- _____: KOCH, R.M.; GREGORY, K.E.; ARTHAUD, V.H.; ROWDEN, W.W.; INGALLS, J.E. 1962. Evaluating preweaning growth of beef calves. J. Anim. Sci. (EE.UU.) 21:781-786.
- TEWOLDE, A. 1986. Evaluation and utilization of tropical breeds for efficient beef production in the tropics: challenges and opportunities. In Proc. 3rd. Wld. Congr. Genet. Appl. Livest. Prod. IX, 282-291. Lincoln, Nebraska, U.S.A. p 283-291.
- _____. 1988. Genetic analysis of Romosinuano cattle: Selection possibilities for beef in the latin american tropics. In 3er Congreso Mundial de Reproducción y Mejoramiento de Ovinos y Bovinos de carne. París, Francia.
- _____. 1989. Estado actual en los programas de utilización de ganado Criollo. Turrialba, C. R., CATIE. 13 p. Presentado en: Taller técnico: Intercambio de los recursos genéticos en ganadería de los países centroamericanos. San José, Costa Rica.
- _____: SALGADO, D.; CAMPOS, M.; MUJICA, F. 1990. El papel de los recursos genéticos criollos en sistemas de producción bovina en el trópico. In Conferencia Internacional sobre sistemas y estrategias de mejoramiento bovino en el trópico. (1990, Turrialba, C. R.) Mem. Turrialba. Costa Rica/CATIE p 53-62.
- THOMPSON, N.R.; CRANEK, L.J. Sr.; RALSTON, N.P. 1957. Genetic and environmental factors in the development of the American Red Danish cattle. J. Dairy Sci. (EE.UU.) 40:56-66.
- THOMSON, G.M.; FREEMAN, A.E. 1967. Effects of inbreeding and selection in a closed Holstein-Friesian herd. J. Dairy Sci. (EE.UU.) 50:1824-1827.
- TORO, M.A.; SILIO, L.; RODRIGÁNEZ, J.; DOBAO, M.T. 1988. Inbreeding and family index selection for prolificacy in pigs. Anim. Prod. (G.B.) 46:79-

- TURNER, H.T.; YOUNG, S.S.Y. 1969. Quantitative genetics in sheep breeding. Ithaca, N.Y. U.S.A. Cornell University Press. 332 p.
- TYLER, W.J.; DICKERSON, G.E.; CHAPMAN, A.B. 1946. Influence of inbreeding on growth and production of Holstein-Friesian cattle. J. Anim. Sci. (EE.UU.) 5:390-391.(Abstr).
- URICK, J.J.; REYNOLDS, W.L.; KNAPP, B.W. 1991. Maternal breed of sire effects on postweaning performance of heifer and steer progeny: postweaning growth and carcass characteristics. J. Anim. Sci. (EE.UU.) 69:43-4387.
- VACCARO, L. 1984. El comportamiento de la raza Holstein Friesian comparada con la Pardo Suizo en cruzamientos con razas nativas en el trópico: Una revisión de literatura. Producción Animal Tropical. (R.D.) 9(2):93-101.
- _____. 1990. Survival of european dairy breeds and their crosses with zebras in the tropics. Anim. Breed. Abstr. (G.B.) 58:475-494.
- VACCARO, R.; VACCARO, L. 1981. Edad al primer parto y parámetros reproductivos en hijas de toros Pardo Suizo y Holstein-Friesian. Mem. A.L.P.A. (Méx.) 16:153.
- VAN VIECK, L.D.; POLLAK, E.J.; OLTENACU, E.A.B. 1987. Genetics for the animal sciences. W. H. Freeman, New York, N.Y. U.S.A. 391 p.
- VERCOE, J.E.; FRISCH, M. 1984. Animal breeding for improved productivity. In Nutritional limits to animal production from pastures. J.B. Hacker (ed.), Commonwealth Agricultural Bureaux. Farnham Royal, U.K. p 327-342.
- VERGARA, J.; ESCOBAR, G.; GOMEZ, J.; HERNANDEZ, G.; GOMEZ, G. 1968. Aumentos de peso del nacimiento al destete en la raza Romosinuano. Mem. A.L.P.A. (Méx.) 3:196.
- VOGT, D.W. 1990. Algunas influencias genéticas en la eficiencia reproductiva del ganado: Una revisión. In Conferencia Internacional sobre Sistemas y Estrategias de Mejoramiento Bovino en el trópico. (1990. Turrialba, C. R.). Memorias. Turrialba. Costa Rica/CATIE. p 101-111.

WILLIAMS, G.L. 1990. Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle: A review. *J. Anim. Sci.* (EE.UU.) 68:831-852.

WRIGHT, S. 1921. Systems of mating. I-V. *Genetics* (EE.UU.) 6:111-178.

_____; MCPHEE, H.C. 1925. An approximate method of calculating coefficients of inbreeding and relationship from livestock pedigrees. *J. Agric. Res.* (EE.UU.) 31:377-383.

YOUNG, C.W. 1984. Inbreeding and the gene pool. *J. Dairy Sci.* (EE.UU.) 67:472-477.

_____; BONCZEK, R.R.; JOHNSON, D.G. 1988. Inbreeding and relationship among registered Holsteins. *J. Dairy Sci.* 71:1659-1666.

7. APENDICE

Cuadro 1A. Número de registros por año de cada una de las características estudiadas en el hato Romosinuano del CATIE.

		PN	PD210	GDPRE	P12MC	P18MC	P24MC	GPP	EPP	IEP
ANAC	1964	22	22	22						
	1965	16	16	16						20
	1966	24	23	23					26	16
	1967	23	19	19					1	19
	1968	25	25	25					4	25
	1969	18	18	18					2	15
	1970	9	9	9					0	3
	1971	18	18	18					5	8
	1972	10	7	7					4	6
	1973	23	18	18					9	11
	1974	15	13	13					3	10
	1975	28	25	25					3	13
	1976	30	21	21					14	20
	1977	28	24	24					1	20
	1978	25	21	21					4	21
	1979	42	38	38					6	25
	1980	42	34	34					14	38
	1981	37	34	34					4	31
	1982	42	38	38	37	47	45	27	8	30
	1983	45	40	40	41	41	41	41	7	27
	1984	71	69	69	69	69	61	63	9	57
	1985	69	67	67	67	67	66	64	14	56
	1986	64	62	62	61	61	60	61	13	57

...Continúa Cuadro 1A.

1987	68	64	64	62	62	62	62	10	58
1988	66	65	65	62	62	57	62	10	51
1989	76	71	71	70	70		69		60
1990	61	58	58	58			56		57
1991	59	57	57						58
TOTAL	1056	976	976	527	479	392	505	171	812

PN = peso al nacimiento.

PD210 = peso al destete ajustado a 210 días.

GDPRE = ganancia diaria predestete.

P12MC = peso a los 12 meses.

P18MC = peso a los 18 meses.

P24MC = peso a los 24 meses.

GPP = ganancia diaria en prueba de pastoreo.

EPP = edad al primer parto.

IEP = intervalo entre partos.

Cuadro 2A. Número de registros por sexo y época de cada una de las características estudiadas en el hato Romosinuano del CATIE.

		PN	PD210	GDPRE	P12MC	P18MC	P24MC	GPP	EPP	IEP
SEXO ^a	1	499	461	461	245	219	178	234		
	2	557	515	515	282	260	214	271		
EPOCA ^b	1	926	866	866	451	404	323	445	148	712
	2	130	110	110	76	75	69	60	23	100
TOTAL		1056	976	976	527	479	392	505	171	812

^a 1=Machos.
2=Hembras.

^b 1=Animales que nacieron de enero-abril.
2=Animales que nacieron de mayo-diciembre.

Cuadro 3A. Número de registros (n) por edad de la vaca al parto de peso al nacimiento (PN), ganancia diaria predestete (GDPRE) y peso al destete ajustado a 210 días (PD210) en el hato Romosinuano del CATIE.

Edad al parto (Años)	PN (n)	GDPRE (n)	PD210 (n)
3	232	212	212
4	164	155	155
5	114	106	106
6	133	121	121
7	101	96	96
8	76	76	76
9	61	53	53
10	52	51	51
11	47	39	39
12	33	26	26
13	43	41	41
TOTAL	1056	976	976

Cuadro 4A. Medias y desviaciones estándar por año de los coeficientes de consanguinidad de la cría (F_c), semental (F_p) y madre (F_v) en el hato Romosinuano del CATIE (Obtenidas de los registros de peso al nacimiento).

	1964	1965	1966	1967	1968	1969
F_c^a	0	15.62±12.50	11.97±11.93	11.41±11.86	0	0
F_c^b		25.00 ^c	22.11±5.48	21.87±5.65		
F_s^a	0	0	0	0	0	0
F_s^b		0	0	0		
F_v^a	0	0	0	0	0	0
F_v^b		0	0	0		

	1970	1971	1972	1973	1974
F_c	8.68±8.52	3.75±4.00	5.14±5.21	3.22±3.98	3.59±3.87
	13.03±6.94	6.76±2.76	6.42±5.04	5.29±3.88	5.39±3.55
F_s	0	0	0	2.71±6.04	1.04±4.02
	0	0	0	4.45±7.31	1.56±4.93
F_v	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0

	1975	1976	1977	1978	1979
F_c	3.10±4.22	3.15±3.11	8.55±6.59	7.66±4.40	6.12±4.10
	6.67±3.77	4.73±2.63	8.55±6.59	7.66±4.40	6.27±4.04
F_s	3.15±3.20	7.08±6.30	4.03±4.88	2.26±3.57	2.09±3.30
	5.81±1.74	10.62±4.57	4.03±4.88	2.26±0.24	2.14±3.32
F_v	0.11±0.58	0.20±0.78	0.33±0.97	0.24±0.85	0.78±1.67
	0.23±0.85	0.31±0.95	0.33±0.97	0.24±0.85	0.80±1.68

	1980	1981	1982	1983	1984
F_c	5.26±3.95	6.14±5.50	5.89±4.60	4.82±2.50	5.61±3.11
	5.81±3.74	6.31±5.48	5.89±4.60	4.82±2.50	5.78±3.00
F_s	1.94±3.25	2.72±3.16	5.37±4.69	6.25±4.90	3.70±2.30
	2.15±3.35	2.80±3.17	5.37±4.69	6.25±4.90	3.67±2.30
F_v	1.16±2.51	1.61±3.60	2.78±4.18	3.14±4.23	3.26±3.97
	0.82±1.70	1.66±3.64	2.78±4.18	3.14±4.23	3.36±3.99

... Continúa Cuadro 4A.

	1985	1986	1987	1988	1989
Fc	5.63±2.76 5.80±2.62	5.72±2.57 5.72±2.57	6.02±2.26 6.02±2.26	8.05±2.82 8.05±2.82	7.15±1.99 7.15±1.99
Fs	4.28±1.59 4.26±1.59	5.33±2.94 5.33±2.94	4.58±3.89 4.58±3.89	7.23±4.53 7.23±4.53	4.60±2.17 4.60±2.17
Fv	4.65±5.31 4.79±5.33	5.12±5.23 5.12±5.23	5.31±4.97 5.31±4.97	5.39±4.91 5.39±4.91	4.93±3.40 4.93±3.40
	1990	1991			
Fc	6.36±1.24 6.36±1.24	6.82±1.79 6.94±1.56			
Fs	4.57±3.15 4.57±3.15	5.68±3.02 5.73±3.02			
Fv	6.14±3.03 6.14±3.03	6.35±3.19 6.33±3.21			

^a Incluyendo animales con Fc=0.

^b Excluyendo los animales con Fc=0.

^c N=10 todas con Fc=25.00.

Cuadro 5A. Análisis de varianza de mínimos cuadrados preliminar para peso al nacimiento (PN), peso al destete ajustado a 210 días (PD210) y ganancia diaria predestete, (GDPRE) en el hato Romosinuano del CATIE.

F de V	PN		PD210		GDPRE	
Año (A)	45.7330	**	3244.0483	**	0.0660	**
Sexo (S)	115.1608	**	4451.6164	**	0.0721	**
Epoca (E)	6.7594	NS	2085.0070	*	0.0478	*
Edad (EP)	26.2594	*	915.5315	*	0.0158	*
A*S	17.4851	NS	460.3360	NS	0.0101	NS
S*E	1.0863	NS	11.6531	NS	0.0004	NS
S*EP	8.7896	NS	276.6850	NS	0.0073	NS
EP*E	23.4961	NS	163.3470	NS	0.041	NS
Regresiones:						
Fc lineal	64.6634	*	3221.3591	**	0.0443	*
S*Fc lineal	55.4065	*	102.6863	NS	0.0004	NS
Fc cuadrático			63.9747	NS	0.0000	NS
S*Fc cuadrático			224.6666	NS	0.0035	NS
Fs lineal	134.4655	**	1250.7803	NS	0.0136	NS
Fs cuadrático	104.7087	**	554.9756	NS	0.0044	NS
Fv lineal	16.3313	NS	779.5005	NS	0.0134	NS
Fv cuadrático	7.6190	NS	226.9609	NS	0.0037	NS
Error	13.8058		396.4646		0.0081	

** (P<0.01)

* (P<0.05)

NS No significativo.

Cuadro 6A. Medias de mínimos cuadrados (MMC), errores estándar (EE) y factores de ajuste multiplicativos (entre paréntesis) por edad de la vaca al parto para peso al nacimiento (PN), peso al destete ajustado a 210 días (PD210) y ganancia diaria predestete (GDPRE) en el hato Romosinuano del CATIE.

Edad al parto (Años)	MMC ± EE		
	PN	PD210	GDPRE
	(Kg)		
3	28.92±0.44 (1.078)	142.01±2.85 (1.094)	0.5392±0.012 (1.096)
4	29.73±0.51 (1.049)	144.88±2.97 (1.071)	0.5477±0.013 (1.079)
5	29.54±0.63 (1.056)	148.98±3.51 (1.042)	0.5698±0.015 (1.038)
6	30.97±0.56 (1.007)	153.19±3.48 (1.014)	0.5835±0.015 (1.013)
7	31.20±0.66 (1.000)	155.38±3.91 (1.000)	0.5915±0.017 (1.000)
8	30.25±0.76 (1.031)	151.36±4.19 (1.026)	0.5778±0.019 (1.023)
9	29.40±1.01 (1.061)	150.86±6.32 (1.029)	0.5786±0.028 (1.022)
10	30.13±0.84 (1.035)	149.65±4.66 (1.038)	0.5700±0.021 (1.037)
11	30.18±0.80 (1.033)	150.07±5.04 (1.035)	0.5726±0.022 (1.033)
12	31.77±1.16 (0.982)	151.46±8.37 (1.025)	0.5749±0.038 (1.028)
13	29.51±0.76 (1.057)	137.48±4.50 (1.130)	0.5181±0.020 (1.141)

Cuadro 7A. Medias de mínimos cuadrados (MMC) y errores estándar (EE) en Kg, por año para peso al nacimiento (PN), peso al destete ajustado a 210 días (PD210) y ganancia diaria predestete (GDPRE), en el hato Romosinuano del CATIE.

Año	PN	PD210	GDPRE
	MMC ± EE		
1964	29.19±0.94	153.78±5.10	0.594±0.02
1965	28.99±1.10	153.90±5.97	0.595±0.02
1966	29.22±0.91	139.39±5.05	0.523±0.02
1967	27.94±0.92	122.70±5.44	0.450±0.02
1968	31.59±0.89	138.92±4.86	0.512±0.02
1969	29.86±1.02	150.44±5.54	0.575±0.02
1970	31.64±1.37	152.54±7.36	0.574±0.03
1971	31.67±1.00	136.37±5.43	0.499±0.02
1972	28.02±1.29	135.13±8.25	0.509±0.03
1973	30.33±0.92	142.50±5.49	0.532±0.02
1974	30.09±1.08	145.68±6.25	0.545±0.02
1975	32.37±0.79	144.90±4.47	0.535±0.02
1976	29.35±0.79	157.41±4.94	0.607±0.02
1977	31.65±0.80	159.25±4.62	0.604±0.02
1978	31.23±0.83	166.20±4.96	0.640±0.02
1979	31.50±0.66	161.65±3.75	0.620±0.01
1980	31.80±0.66	164.70±3.90	0.632±0.01
1981	32.17±0.68	146.06±3.83	0.540±0.01
1982	31.86±0.61	170.01±3.47	0.656±0.01
1983	32.61±0.61	167.94±3.49	0.643±0.01
1984	32.63±0.48	166.89±2.63	0.638±0.01
1985	32.94±0.49	180.35±2.73	0.700±0.01
1986	33.63±0.52	173.38±2.84	0.664±0.01

... Continúa Cuadro 7A.

1987	33.23±0.51	167.02±2.87	0.637±0.01
1988	32.64±0.53	169.61±2.91	0.649±0.01
1989	33.63±0.49	169.87±2.72	0.646±0.01
1990	32.71±0.55	158.92±3.06	0.599±0.01
1991	32.05±0.54	150.12±3.02	0.560±0.01

Cuadro 8A. Medias de mínimos cuadrados (MMC) y errores estándar (EE) en Kg, por sexo de la cría para peso al nacimiento (PN), peso al destete ajustado a 210 días (PD210) y ganancia diaria predestete (GDPRE) en el hato Romosinuano del CATIE.

Característica	Sexo	MMC ± EE
PN	machos	32.23±0.33
	hembras	30.38±0.31
PD210	machos	162.26±1.89
	hembras	148.14±1.78
GDPRE	machos	0.618±0.008
	hembras	0.559±0.008

Cuadro 9A. Análisis de varianza de mínimos cuadrados preliminar para peso a los 12 (P12MC), 18 (P18MC) y 24 meses (P24MC) y ganancia diaria durante la prueba de pastoreo (GPP), en el hato Romosinuano del CATIE.

F de V	Cuadrados medios							
	P12MC		P18MC		P24MC		GPP	
Año (A)	1508.5	**	2313.9	**	1627.7	NS	0.086	**
Sexo (S)	25129.2	**	69371.9	**	121854.1	**	0.142	**
Epoca (E)	1256.2	NS	4421.8	*	1128.4	NS	0.064	**
A*S	545.6	NS	3063.6	**	2505.5	NS	0.109	**
A*E	835.7	NS	1453.3	NS	1573.5	NS	0.022	**
S*E	3.8	NS	1929.8	NS	97.0	NS	0.003	NS
Regresiones:								
Fc lineal	2169.9	*	7528.9	**	8673.7	**	0.002	NS
S*Fc lineal	1.7	NS	873.3	NS	311.4	NS	0.002	NS
Fc cuadrático	389.6	NS	2746.5	NS	3094.2	NS	0.000	NS
S*Fc cuad.	1.4	NS	51.1	NS	12.7	NS	0.006	NS
Fs lineal	964.4	NS	196.4	NS	761.4	NS	0.008	NS
Fs cuadrático	.4	NS	193.6	NS	1304.0	NS	0.015	NS
Fv lineal	845.4	NS	177.5	NS	1821.4	NS	0.000	NS
Fv cuadrático	156.9	NS	8.5	NS	103.2	NS	0.007	NS
Error	538.27		752.2		1259.5		0.007	

** (P<0.01)

* (P<0.05)

NS No significativo.

Cuadro 10A. Medias de mínimos cuadrados (MMC) y errores estándar (EE) por año de nacimiento de la cría para peso a los 12 (P12MC), 18 (P18MC) y 24 meses (P24MC) y ganancia diaria durante la prueba de pastoreo (GPP) en el hato Romosinuano del CATIE.

Año	MMC ± EE			
	P12MC	P18MC	P24MC	GPP
	(Kg)			
1982	186.85±3.83	247.19±4.51	326.23±5.40	0.275±0.017
1983	187.49±3.77	263.59±5.38	334.50±5.81	0.261±0.016
1984	185.96±2.98	255.01±4.43	322.36±4.93	0.342±0.017
1985	179.45±3.08	247.30±5.20	308.02±4.83	0.147±0.017
1986	192.32±3.20	247.91±5.30	322.05±4.95	0.278±0.016
1987	192.77±3.21	267.27±5.93	330.96±4.96	0.283±0.018
1988	188.74±3.22	267.67±4.99	324.80±4.99	0.324±0.015
1989	178.05±3.13	241.60±8.12		0.196±0.025
1990	165.98±3.40			0.384±0.043

Cuadro 11A. Medias de mínimos cuadrados (MMC) y errores estándar (EE) por año de nacimiento y sexo de la cría para peso a los 18 meses (P18MC) y ganancia diaria durante la prueba de pastoreo (GPP) en el hato Romosinuano del CATIE.

Año	sexo ^a	MMC ± EE	
		P18MC	GPP
		(Kg)	
1982	1	267.79±7.07	0.293±0.02
1982	2	226.59±5.53	0.257±0.02
1983	1	289.35±7.41	0.299±0.02
1983	2	237.83±6.56	0.223±0.02
1984	1	270.54±6.15	0.348±0.02
1984	2	239.49±5.07	0.336±0.01
1985	1	250.95±6.07	0.100±0.01
1985	2	243.64±6.45	0.195±0.02
1986	1	264.29±6.95	0.287±0.02
1986	2	231.53±5.87	0.270±0.01
1987	1	275.92±7.08	0.290±0.02
1987	2	258.62±6.73	0.275±0.02
1988	1	289.79±6.41	0.406±0.02
1988	2	245.55±5.90	0.242±0.01
1989	1	263.99±9.09	0.238±0.02
1989	2	219.21±8.46	0.155±0.02
1990 ^b	1		0.491±0.04
1990	2		0.277±0.04

^a 1=machos, 2=hembras.

^b Peso a los 18 meses incluyó registros de 1982-1989.

Cuadro 12A. Medias de mínimos cuadrados (MMC) y errores estándar (EE) por año y época de nacimiento de la cría para peso a los 18 meses (P18MC) y ganancia diaria durante la prueba de pastoreo (GPP) en el hato Romosinuano del CATIE.

Año	época ^a	MMC ± EE	
		P18MC	GPP
		(Kg)	
1982	1	251.37±5.60	0.235±0.02
1982	2	243.02±6.68	0.315±0.02
1983	1	277.49±4.98	0.287±0.02
1983	2	249.70±9.35	0.235±0.02
1984	1	271.67±3.71	0.392±0.02
1984	2	238.36±7.95	0.292±0.03
1985	1	249.01±3.72	0.166±0.01
1985	2	245.59±9.68	0.129±0.03
1986	1	256.11±3.84	0.317±0.01
1986	2	239.72±9.86	0.239±0.03
1987	1	268.64±3.73	0.354±0.01
1987	2	265.89±11.2	0.211±0.03
1988	1	261.74±3.90	0.351±0.01
1988	2	273.59±9.14	0.297±0.02
1989	1	244.82±3.40	0.196±0.01
1989	2	238.38±15.8	0.196±0.04
1990 ^b	1		0.410±0.01
1990	2		0.358±0.08

^a Época 1 nacimientos entre enero-abril, 2 de mayo-diciembre.

^b Peso a los 18 meses incluyó registros de 1982-1989.

Cuadro 13A. Análisis de varianza de mínimos cuadrados para intervalo entre partos (IEP), utilizado para generar factores de ajuste multiplicativos por edad de la vaca al parto en el hato Romosinuano del CATIE.

F de V	GL	CM	
Año (A)	28	26100.31	**
Epoca (E)	1	158256.41	**
Edad al parto (EP)	10	11682.18	NS
E*EP	11	23180.92	NS
Regresiones:			
Fc lineal	1	301.60	NS
Fc cuadrático	1	103.91	NS
Error	760	7481.60	

** (P<0.01)

NS No significativo.

Cuadro 14A. Medias de mínimos cuadrados (MMC), errores estándar (EE) y factores de ajuste multiplicativos (F.A.) por edad de la vaca al parto, para intervalo entre partos (IEP) en el hato Romosinuano del CATIE.

Edad al parto (Años)	MMC \pm EE (Kg)	F.A.
3	448.81 \pm 21.43	0.884
4	400.04 \pm 12.05	0.992
5	396.98 \pm 13.78	1.000
6	427.77 \pm 13.46	0.928
7	410.49 \pm 16.38	0.967
8	438.47 \pm 21.32	0.905
9	468.94 \pm 23.61	0.846
10	421.64 \pm 21.72	0.941
11	406.40 \pm 18.73	0.976
12	395.31 \pm 24.91	1.004
13	411.42 \pm 17.61	0.964

Cuadro 15A. Medias de mínimos cuadrados (MMC) y errores estándar (EE) por año para edad al primer parto (EPP) e intervalo entre partos (IEP) en el hato Romosinuano del CATIE.

Año	MMC ± EE	
	EPP	IEP
	(días)	
1965		410.36±22.43
1966	1081.33± 32.95	386.76±26.66
1967	1066.23±111.16	379.05±23.21
1968	1064.48± 61.84	414.01±19.28
1969	1264.03± 79.30	400.39±23.43
1970 ^a		403.02±47.45
1971	1265.32± 53.01	366.75±29.44
1972	851.74± 55.25	377.67±33.74
1973	1155.26± 37.71	540.74±25.56
1974	1053.02± 64.08	384.94±26.77
1975	1111.21± 63.06	396.09±23.23
1976	1109.09± 30.84	402.42±19.20
1977	1062.54±107.68	377.99±18.89
1978	1061.69± 60.65	406.40±18.15
1979	1277.61± 45.07	404.75±16.73
1980	1146.98± 29.83	375.66±13.70
1981	1034.35± 53.97	349.85±15.13
1982	1050.37± 37.78	424.64±15.09
1983	1068.41± 41.50	378.11±15.98
1984	1158.24± 37.99	418.57±11.10
1985	1140.92± 30.75	363.11±11.45
1986	1105.08± 31.75	362.11±11.33

... Continúa Cuadro 15A.

1987	1077.49± 36.24	370.85±11.26
1988	1093.72± 34.67	362.21±12.02
1989 ^b		424.12±11.31
1990		377.91±11.67
1991		382.12±11.15

^a No se tuvieron registros para edad al primer parto en 1970.

^b Años comprendidos para edad al primer parto 1966-1988.

Cuadro 16A. Medias de mínimos cuadrados (MMC) y errores estándar (EE), para las características estudiadas, excluyendo animales con coeficientes de consanguinidad igual a cero ($F_c=0$), en el hato Romosinuano del CATIE.

Característica	n	MMC	±	EE
<u>Crecimiento predestete:</u>				
PN	900	31.22	±	0.33 Kg
PD210	833	153.69	±	1.90 "
GDPRE	833	0.58	±	0.01 "
<u>Crecimiento postdestete:</u>				
P12MC	523	184.16	±	1.47 Kg
P18MC	475	254.79	±	2.08 "
P24MC	388	324.04	±	2.40 "
GPP	502	0.28	±	0.01 "
<u>Reproductivas:</u>				
EPP	143	1105	±	15 días
IEP	689	401	±	6 "

PN = peso al nacimiento.
 PD210 = peso al destete ajustado a 210 días.
 GDPRE = ganancia diaria predestete.
 P12MC = peso a los 12 meses.
 P18MC = peso a los 18 meses.
 P24MC = peso a los 24 meses.
 GPP = ganancia diaria en prueba de pastoreo.
 EPP = edad al primer parto.
 IEP = intervalo entre partos.

Cuadro 17A. Análisis de varianza de mínimos cuadrados para peso al nacimiento (PN), peso al destete ajustado a 210 días (PD210) y ganancia diaria predestete (GDPRE), excluyendo animales con coeficiente de consanguinidad igual a cero ($F_c=0$), en el hato Romosinuano del CATIE.

F de v	PN	PD210	GDPRE
Año (A)	30.75 **	3880.74 **	0.078 **
Sexo (S)	888.78 **	42025.47 **	0.709 **
Epoca (E)	0.25 NS	2111.96 *	0.047 *
Regresiones:			
F _c lineal	31.62 NS	1089.92 NS	0.015 NS
S*F _c lineal	3.86 NS	19.31 NS	0.000 NS
F _p lineal	141.45 **	1716.94 *	0.022 NS
F _p cuadrático	139.85 **	536.90 NS	0.003 NS
F _v lineal	0.01 NS	1771.73 *	0.035 *
F _v cuadrático	0.29 NS	1016.23 NS	0.020 NS
Error	15.19	433.11	0.008

** (P<0.01)

* (P<0.05)

NS No significativo.

Cuadro 18A. Análisis de varianza de mínimos cuadrados para peso a los 12 (P12MC), 18 (P18MC), y 24 meses (P24MC) y ganancia diaria durante la prueba de pastoreo (GPP), excluyendo animales con coeficiente de consanguinidad igual a cero ($F_c=0$), en el hato Romosinuano del CATIE.

F de V	Cuadrados medios			
	P12MC	P18MC	P24MC	GPP
Año (A)	4169.6 **	2520.9 **	4019.4 **	0.085 **
Sexo (S)	70843.9 **	98085.4 **	259724.0 **	0.376 **
Epoca (E)	1073.5 NS	5442.8 **	858.0 NS	0.076 **
A*S		3254.9 **	2455.8 NS	0.113 **
A*E		1560.9 *		0.022 **
Regresiones:				
Fc lineal	4586.2 **	7963.2 **	8466.0 **	0.004 NS
S*Fc lineal	17.4 NS	795.2 NS	16.5 NS	0.009 NS
Fc cuadrático		2495.2 NS		
S*Fc cuad.		44.1 NS		
Error	536.2	742.1	1258.3	0.007

** (P<0.01)

* (P<0.05)

NS No significativo.

Cuadro 19A. Análisis de varianza de mínimos cuadrados para edad al primer parto (EPP) e intervalo entre partos (IEP), excluyendo animales con coeficiente de consanguinidad igual a cero ($F_c=0$), en el hato Romosinuano del CATIE.

F de V	EPP			IEP		
	GL	CM		GL	CM	
Año (A)	19	39601.55	**	24	27532.08	**
Epoca (E)	1	6472.77	NS	1	119120.16	**
Regresiones:						
Fc Lineal	1	43890.04	*	1	14670.40	NS
Error	121	10589.73		662	6186.35	

** ($P < 0.01$)

* ($P < 0.05$)

NS No significativo.

Cuadro 20A. Estimadores de regresión lineal de las características estudiadas en el hato Romosinuano del CATIE, sobre consanguinidad de la cría (F_c) general y por sexo, semental (F_p) y de la vaca (F_v), excluyendo animales con coeficiente de consanguinidad igual a cero ($F_c=0$), en el hato Romosinuano del CATIE.

	F_c^a		F_p		F_v	
	N	$\beta \pm EE$	N	$\beta \pm EE$	N	$\beta \pm EE$
PN	900	-0.05±0.04	900	-0.16±0.05	900	-0.00±0.05
PD210	833	-0.37±0.23	833	-0.60±0.30	833	-0.58±0.29
GDPRE	833	-1.3 ± 1.0	833	-2.1 ± 1.3	833	-2.6 ± 1.3
P12MC	523	-1.13±0.38				
P18MC	475	-1.85±0.56				
P24MC	388	-1.49±0.57				
GPP	502	-1.2 ± 1.6				
EPP ^b	143	5 ± 2				
IEP	689	-2 ± 1				

a Todos los estimadores de crecimiento expresados en Kg/1% de F_c , F_p y F_v , con excepción de GDPRE y GPP que se expresan en gm/1%.

b Los estimadores de EPP e IEP expresados en días/1% de F_c .

PN = peso al nacimiento.
 PD210 = peso al destete ajustado a 210 días.
 GDPRE = ganancia diaria predestete.
 P12MC = peso a los 12 meses.
 P18MC = peso a los 18 meses.
 P24MC = peso a los 24 meses.
 GPP = ganancia diaria en prueba de pastoreo.
 EPP = edad al primer parto.
 IEP = intervalo entre partos.

Cuadro 21A. Estadísticas descriptivas del coeficiente de consanguinidad de la cría (Fc) en las diversas categorías de Fc, creadas para las características estudiadas en el hato Romosinuano del CATIE.

Característica	Categoría	N	Mínimo	Máximo	Media
PN	1 ^a	466	0	5.00	2.29(1.83) ^b
	2	447	5.10	10.00	6.82(1.23)
	3	143	10.10	31.30	15.53(5.63)
PD210	1	423	0	5.00	2.28(1.84)
	2	424	5.10	10.00	6.84(1.22)
	3	129	10.10	31.30	15.85(5.82)
GDPRE	1	423	0	5.00	2.28(1.84)
	2	424	5.10	10.00	6.84(1.22)
	3	129	10.10	31.30	15.85(5.82)
P12MC	1	179	0	5.00	3.55(1.16)
	2	310	5.10	10.00	6.88(1.26)
	3	38	10.10	20.30	12.83(2.80)
P18MC	1	174	0	5.00	3.53(1.15)
	2	264	5.10	10.00	6.91(1.31)
	3	41	10.10	31.30	13.32(3.92)
P24MC	1	157	0	5.00	3.50(1.18)
	2	199	5.10	10.00	6.87(1.38)
	3	36	10.10	31.30	13.55(4.09)
GPP	1	164	0	5.00	3.58(1.13)
	2	305	5.10	10.00	6.89(1.26)
	3	36	10.10	17.70	12.50(2.45)
EPP	1	69	0	5.00	2.09(1.90)
	2	78	5.10	10.00	7.00(1.12)
	3	24	10.10	31.30	16.06(6.04)
IEP	1	365	0	5.00	2.30(1.95)
	2	341	5.10	10.00	6.80(1.26)
	3	106	10.10	25.00	15.24(5.39)

^a Esta categoría comprende animales con Fc=0.

^b Número entre paréntesis es desviación estándar.

PN = peso al nacimiento.
 PD210 = peso al destete ajustado a 210 días.
 GDPRE = ganancia diaria predestete.
 P12MC = peso a los 12 meses.
 P18MC = peso a los 18 meses.
 P24MC = peso a los 24 meses.
 GPP = ganancia diaria en prueba de pastoreo.
 EPP = edad al primer parto.
 IEP = intervalo entre partos.

Cuadro 22A. Medias de mínimos cuadrados (MMC) y errores estándar (EE) de cada categoría de consanguinidad de la cría (Fc), en cada una de las características estudiadas en el hato Romosinuano del CATIE.

Característica	Categoría	MMC ± EE
PN	1	32.23±0.24 ^a
	2	31.62±0.29
	3	31.89±0.39
PD210	1	161.11±1.43
	2	154.40±1.65
	3	154.70±2.26
GDPRE	1	0.611±0.006
	2	0.583±0.007
	3	0.584±0.010
P12MC	1	187.82±2.05
	2	182.49±1.76
	3	180.78±4.09
P18MC	1	260.60±2.61
	2	253.98±2.31
	3	251.36±4.80
P24MC	1	328.68±3.27
	2	322.41±3.06
	3	313.95±6.53
GPP	1	0.277±0.009
	2	0.279±0.008
	3	0.253±0.016
EPP	1	1093±19 ^b
	2	1105±21
	3	1152±28
IEP	1	396±6
	2	396±7
	3	394±9

^a Medias de características de crecimiento expresadas en Kg.

^b Medias de características reproductivas expresadas en días.

PN = peso al nacimiento.

PD210 = peso al destete ajustado a 210 días.

GDPRE = ganancia diaria predestete.

P12MC = peso a los 12 meses.

P18MC = peso a los 18 meses.

P24MC = peso a los 24 meses.

GPP = ganancia diaria en prueba de pastoreo.

EPP = edad al primer parto.

IEP = intervalo entre partos.

Cuadro 23A. Resumen de significancia de los efectos considerados en el análisis de varianza de mínimos cuadrados, realizado para estimar las medias de mínimos cuadrados por categoría de Fc en cada una de las características estudiadas en el hato Romosinuano del CATIE.

F. de V.	PN	PD210	GDPRE	P12MC	P18MC	P24MC	GPP	EPP	IEP
Año (A)	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Sexo (S)	**	**	**	**	**	**	**		
Epoca (E)	NS	**	**	NS	*	NS	**	NS	**
Categ Fc	NS	**	**	*	*	NS	NS	NS	NS
A*S					**	NS	**		
A*E				*			**		

** (P<0.01)

* (P<0.05)

NS No significativo.

PN = peso al nacimiento.

PD210 = peso al destete ajustado a 210 días.

GDPRE = ganancia diaria predestete.

P12MC = peso a los 12 meses.

P18MC = peso a los 18 meses.

P24MC = peso a los 24 meses.

GPP = ganancia diaria en prueba de pastoreo.

EPP = edad al primer parto.

IEP = intervalo entre partos.

Cuadro 24A. Número de registros por año de cada una de las características estudiadas en el hato Criollo Lechero Centroamericano del CATIE.

Año	PL305	PG305	PP305	EPP	IEP
1955	13	13		12	
1956	23	23		14	12
1957	23	23		12	13
1958	22	22		4	19
1959	29	29		13	18
1960	25	25		8	20
1961	34	34	47	7	28
1962	42	42	41	14	28
1963	41	41	41	6	38
1964	44	44	44	8	42
1965	47	47	47	8	40
1966	50	50	50	14	46
1967	46	46	32	12	41
1968	38	38		11	28
1969	29	29		10	30
1970	36	36		9	29
1971	37	37		9	31
1972	25	25			25
1973	19	19			20
1974	19	19		3	17
1975	24	24		7	18
1976	17	17			16
1977	19	19		5	15
1978	15	15		3	12
1979	21	21		6	16

... Continúa Cuadro 24A.

1980	13	13			14
1981	11	11			11
1982	14	14		6	9
1983	23	23	29	7	16
1984	29	29	29	5	25
1985	28	28	28		23
1986	40	40	40	25	20
1987	42	42	42	6	37
1988	51	51	51	14	39
1989	47	47	47	9	45
1990	69	69	69	23	48
1991	22	22	22	7	21
TOTAL	1127	1127	659	297	910

Cuadro 25A. Medias y desviaciones estándar por año, de los coeficientes de consanguinidad de la vaca (Fv) en el hato Criollo Lechero Centroamericano del CATIE (Obtenidas de los registros de producción de leche a 305 días).

	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962
Fv ^a	0	0	0	0	0	0	0.73±4.28	3.41±6.92
Fv ^b	0	0	0	0	0	0	25.0	11.95±8.21
	1963	1964	1965	1966	1967			
Fv	3.03±5.94	1.97±4.61	1.78±4.44	1.33±3.01	2.47±3.83			
Fv	9.57±7.06	8.71±6.05	8.40±6.27	6.08±3.59	6.68±3.38			
	1968	1969	1970	1971	1972			
Fv	1.63±2.81	1.62±2.56	1.85±2.51	1.95±2.48	1.80±2.42			
Fv	5.65±2.09	4.27±2.45	4.46±1.85	4.53±1.56	4.50±1.49			
	1973	1974	1975	1976	1977			
Fv	1.87±2.44	1.98±2.17	2.03±2.08	2.28±2.36	1.93±2.22			
Fv	4.46±1.47	3.77±1.41	3.48±1.48	3.89±1.74	3.33±1.93			
	1978	1979	1980	1981	1982			
Fv	2.38±2.34	2.37±2.44	2.75±2.42	2.55±2.76	2.89±2.28			
Fv	3.58±1.95	3.83±1.96	3.58±2.13	3.12±2.74	3.37±2.10			
	1983	1984	1985	1986	1987			
Fv	2.80±2.47	2.91±2.65	2.42±2.42	1.77±2.19	1.80±2.15			
Fv	2.93±2.45	3.02±2.64	2.51±2.41	1.86±2.21	1.80±2.15			
	1988	1989	1990	1991				
Fv	1.81±2.22	1.41±2.04	1.48±2.06	0.90±2.23				
Fv	1.81±2.22	1.61±2.11	1.93±2.16	1.66±2.85				

^a Incluyendo los animales con Fv=0.

^b Excluyendo los animales con Fv=0.

Cuadro 26A. Análisis de varianza de mínimos cuadrados preliminar para producción de leche (PL305), grasa (PG305) y proteína a 305 días (PP305) en el hato Criollo Lechero Centroamericano del CATIE.

Fuente de variación	PL305		PG305		PP305	
	GL	CM	GL	CM	GL	CM
Manejo (M)	2	7501317.0 **	2	36826.8 **	2	15868.0 **
Año (A)	36	1546027.4 **	36	9410.5 **	15	3159.7 **
Epoca (E)	1	3727288.3 **	1	5627.0 NS	1	2267.1 NS
M*E			2	390.0 NS	2	326.1 NS
A*E	36	684449.2 **	36	2103.7 NS	15	1191.2 NS
Regresiones:						
FC lineal	1	1867655.2 *	1	904.3 NS	1	3376.3 *
FC cuadr	1	1499.8 NS	1	5.2 NS	1	905.0 NS
Error	1049	387033.0	1047	1608.3	621	718.3

** (P<0.01)

* (P<0.05)

NS No significativo.

Cuadro 27A. Medias de mínimos cuadrados y errores estándar por tipo de manejo para producción de leche (PL305), grasa (PG305) y proteína a 305 días (PP305) en el hato Criollo Lechero Centroamericano del CATIE.

	PL305	PG305	PP305
Tipo de manejo	(Kg)		
Intensivo	2561.9±105.0	145.3±6.8	105.6±4.3
Demostrativo	1911.7± 70.2	97.2±4.5	73.5±2.8
General	1940.2± 23.6	101.3±1.5	76.7±1.5

Cuadro 28A. Medias de mínimos cuadrados y errores estándar por año de parto para producción de leche (PL305), grasa (PG305) y proteína a 305 días (PP305)^a en el hato Criollo Lechero Centroamericano del CATIE.

Año	PL305	PG305	PP305
	(Kg)		
1955	2405.3±211.1	178.9±13.6	
1956	1536.6±156.4	107.5±10.1	
1957	1772.3±156.4	130.4±10.1	
1958	1643.3±157.5	97.9±10.1	
1959	1839.7±135.0	120.7± 8.7	
1960	1875.7±142.9	118.3± 9.2	
1961	1933.2±127.6	114.2± 8.2	90.4±5.4
1962	2199.5±120.5	132.7± 7.8	91.6±5.2
1963	2166.6±123.5	123.4± 7.9	82.0±5.3
1964	2162.0±119.1	123.3± 7.7	80.8±5.1
1965	2411.3±110.9	144.1± 7.1	86.4±4.8
1966	2258.1±104.3	143.4± 6.7	82.9±4.5
1967	2221.9±109.6	125.0± 7.1	76.2±5.2
1968	2640.5±124.9	149.1± 8.0	
1969	2476.2±125.8	143.2± 8.1	
1970	2353.1±117.3	127.0± 7.6	
1971	2278.6±119.9	125.3± 7.7	
1972	2479.6±142.2	127.4± 9.2	
1973	1973.7±156.0	91.3±10.0	
1974	1977.2±152.7	101.4± 9.8	
1975	2052.6±154.7	111.3±10.0	
1976	1861.1±184.6	91.9±11.9	
1977	2045.7±151.2	107.5± 9.7	

... Continúa Cuadro 28A.

1978	1942.2±171.2	95.9±11.0	
1979	2161.0±144.6	105.3± 9.3	
1980	2447.8±180.0	111.0±11.6	
1981	2290.0±194.7	98.6±12.5	
1982	2269.2±180.4	105.1±11.6	
1983	2498.0±152.8	116.4± 9.8	96.4±6.4
1984	2417.6±127.4	112.9± 8.2	99.9±5.5
1985	2341.3±136.8	108.0± 8.8	100.3±5.9
1986	2370.3±119.1	119.4± 7.7	101.5±5.1
1987	2156.6±115.2	100.4± 7.4	83.1±5.0
1988	1946.3± 98.7	82.3± 6.4	73.1±4.3
1989	2052.4±100.3	93.5± 6.5	78.9±4.3
1990	1879.9± 79.5	80.7± 5.1	73.7±3.4
1991	1766.8±151.2	75.1± 9.7	66.8±6.5

* PP305 incluyó registros de 1961-1967 y 1983-1991.

Cuadro 29A. Medias de mínimos cuadrados y errores estándar por época de parto para producción de leche (PL305), grasa (PG305) y proteína a 305 días (PP305) en el hato Criollo Lechero Centroamericano del CATIE.

Epoca	PL305	PG305	PP305
	(Kg)		
1 ^a	2206.8±55.0	120.0±3.6	87.4±2.5
2 ^b	2069.0±50.0	109.1±3.2	83.1±2.0

^a Partos de enero-abril.

^b Partos de mayo-diciembre.

Cuadro 30A. Análisis de varianza de mínimos cuadrados preliminar para edad al primer parto (EPP) e intervalo entre partos (IEP) en el hato Criollo Lechero Centroamericano del CATIE.

Fuente de variación	EPP		IEP	
	GL	CM	GL	CM
Manejo (M)	2	14955.21 NS	2	10933.02 *
Año de parto (A)	30	112383.07 **	35	7529.59 **
Epoca (E)	1	3261.26 NS	1	16327.41 *
M*E	2	1122.07 NS	2	2975.97 NS
A*E	30	28735.85 NS	35	4545.67 NS
Regresiones:				
Fc lineal	1	103556.05 *	1	9231.31 NS
Error	230	20682.41	833	3315.24

** (P<0.01)

** (P<0.01)

NS No significativo.

Cuadro 31A. Medias de mínimos cuadrados (MMC) y errores estándar (EE) por año para edad al primer parto (EPP)^a e intervalo entre partos (IEP)^b en el hato Criollo Lechero Centroamericano del CATIE.

Año	MMC ± EE	
	EPP	IEP
1955	960.77±48.03	
1956	966.46±42.69	355.34±17.67
1957	988.25±41.68	380.02±17.05
1958	1088.30±82.84	369.38±14.45
1959	1021.73±41.17	384.53±14.79
1960	1032.16±52.56	358.88±14.14
1961	1043.79±77.33	365.42±12.32
1962	1009.17±59.54	358.09±12.25
1963	966.75±58.57	371.99±10.89
1964	1068.56±76.62	361.96±10.46
1965	1117.34±51.12	362.40±10.67
1966	1100.16±42.39	359.00±10.14
1967	1104.12±44.17	362.51±10.56
1968	1203.35±56.01	361.51±12.23
1969	1146.30±46.21	351.37±11.91
1970	1078.67±48.04	372.27±12.07
1971	978.37±48.02	360.08±11.75
1972		347.50±12.81
1973		334.14±14.07
1974	930.38±87.73	369.66±15.09
1975	1384.99±54.67	398.66±14.72
1976		390.90±15.49
1977	1263.01±80.06	391.76±15.95

... Continúa Cuadro 31A.

1978	1338.47±87.72	362.04±17.62
1979	1431.00±62.44	406.06±15.49
1980		366.17±16.44
1981		388.19±18.33
1982	1076.06±78.73	468.73±20.10
1983	1322.85±77.33	442.31±15.20
1984	972.92±80.04	360.20±12.02
1985		381.30±12.33
1986	1052.97±35.87	381.88±13.05
1987	1191.94±62.01	390.18± 9.89
1988	1165.54±39.96	372.56± 9.67
1989	1212.40±57.59	381.74± 9.01
1990	1234.18±30.24	382.73± 8.79
1991	1311.46±59.94	410.16±12.86

^a Registros de 1972 se expresaron como de 1971, de 1973 como de 1974, de 1976 como de 1975, de 1980 como de 1979, de 1981 como de 1982 y los 1985 como de 1986, esto se hizo obedeciendo al bajo número de ellos en los años señalados.

^b IEP comprendió el período 1956-1991.

Cuadro 32A. Medias de mínimos cuadrados (MMC) y errores estándar (EE) por tipo de manejo para intervalo entre partos (IEP) en el hato Criollo Lechero Centroamericano del CATIE.

Tipo de manejo	MMC ± EE
Intensivo	361.96±11.58 días.
Demostrativo	378.07± 7.06 "
General	390.10± 2.34 "

Cuadro 33A. Medias de mínimos cuadrados (MMC) y errores estándar (EE) de producción de leche (PL305), grasa (PG305), y proteína a 305 días (PP305), edad al primer parto (EPP) e intervalo entre partos (IEP), excluyendo animales con coeficiente de consanguinidad igual a cero ($F_v=0$), en el hato Criollo Lechero Centroamericano del CATIE.

Característica	N	MMC ± EE
PL305	558	2179.93±55.35 Kg
PG305	558	115.14± 3.42 "
PP305	387	86.11± 2.41 "
EPP	148	1153 ± 17 días
IEP	441	371 ± 6 "

Cuadro 34A. Análisis de varianza de mínimos cuadrados para producción de leche (PL305), grasa (PG305) y proteína a 305 días (PP305), excluyendo animales con coeficiente de consanguinidad igual a cero ($F_v=0$), en el hato Criollo Lechero Centroamericano del CATIE.

Fuente de variación	PL305		PG305		PP305	
	GL	CM	GL	CM	GL	CM
Manejo (M)	2	6006851.2 **	2	33032.4 **	2	14943.2 **
Año (A)	30	836792.1 **	30	8049.8 **	14	3665.7 **
Epoca (E)	1	2276268.6 *	1	5163.9 NS	1	1272.6 NS
A*E	36	591880.8 *			14	762.9 NS
Regresiones:						
FC lineal	1	6716443.2 **	1	12911.1 **	1	8058.4 **
Error	494	355332.1	523	1445.4	354	746.8

** (P<0.01)

* (P<0.05)

NS No significativo.

Cuadro 35A. Análisis de varianza de mínimos cuadrados para edad al primer parto (EPP) e intervalo entre partos (IEP), excluyendo animales con coeficiente de consanguinidad igual a cero ($F_v=0$), en el hato Criollo Lechero Centroamericano del CATIE.

Fuente de variación	EPP		IEP	
	GL	CM	GL	CM
Año (A)	23	91294.70 **	28	7488.34 **
Manejo (M)			2	8381.82 NS
Epoca (E)	1	89974.11 NS		
Regresiones:				
Fc lineal	1	113342.20 *	1	16.37 NS
Error	122	27039.03	409	3898.11

** ($P < 0.01$)

* ($P < 0.05$)

NS No significativo.

Cuadro 36A. Estimadores de los coeficientes de regresión lineal (β_1) de producción de leche (PL305), grasa (PG305), y proteína a 305 días (PP305), edad al primer parto (EPP) e intervalo entre partos (IEP), sobre consanguinidad de la vaca (F_v), excluyendo animales con coeficiente de consanguinidad igual a cero ($F_v=0$), en el hato Criollo Lechero Centroamericano del CATIE.

Característica	N	$\beta_1 \pm EE$	
PL305	558	-40.85±9.39	Kg
PG305	558	- 1.71±0.57	"
PP305	387	- 1.52±0.46	"
EPP	148	9 ± 4	Días
IEP	441	0 ± 1	"

Cuadro 37A. Estadísticas descriptivas de Fv en las categorías de consanguinidad de la vaca (Fv), creadas en las características estudiadas en el hato Criollo Lechero Centroamericano del CATIE.

Característica	Categoría	N	Mínimo	Máximo	Media
PL305	1	569	0	0	0 (0) ^a
	2	283	0.10	3.00	1.06(0.86)
	3	145	3.10	6.00	4.08(0.99)
	4	130	6.20	25.00	8.30(4.66)
PG305	1	569	0	0	0 (0)
	2	283	0.10	3.00	1.06(0.86)
	3	145	3.10	6.00	4.08(0.99)
	4	130	6.20	25.00	8.30(4.66)
PP305	1	272	0	0	0 (0)
	2	243	0.10	3.00	0.95(0.79)
	3	64	3.10	6.00	4.53(1.06)
	4	80	6.20	25.00	9.06(5.38)
EPP	1	149	0	0	0 (0)
	2	80	0.10	3.00	1.16(0.80)
	3	33	3.10	6.00	4.23(1.01)
	4	35	6.20	25.00	8.97(5.36)
IEP	1	469	0	0	0 (0)
	2	214	0.10	3.00	1.02(0.86)
	3	115	3.10	6.00	4.05(0.99)
	4	112	6.20	25.00	8.08(4.41)

^a Número entre paréntesis es desviación estándar.

PL305 = producción de leche a 305 días.

PG305 = producción de grasa a 305 días.

PP305 = producción de proteína a 305 días.

EPP = edad al primer parto.

IEP = intervalo entre partos.

Cuadro 38A. Medias de mínimos cuadrados (MMC) y errores estándar (EE) de cada categoría de consanguinidad de la vaca (Fv), en cada una de las características estudiadas en el hato Criollo Lechero Centroamericano del CATIE.

Característica	Categoría	MMC ± EE
PL305 ^a	1	2142.78±55.98
	2	2215.03±66.77
	3	2089.19±72.36
	4	2017.97±74.95
PG305	1	114.38± 3.59
	2	116.78± 4.29
	3	113.42± 4.64
	4	111.83± 4.81
PP305	1	88.78± 2.92
	2	89.00± 2.96
	3	79.22± 4.10
	4	84.07± 3.79
EPP ^b	1	1128 ± 18
	2	1102 ± 25
	3	1103 ± 30
	4	1164 ± 31
IEP	1	388 ± 6
	2	364 ± 7
	3	367 ± 7
	4	369 ± 8

^a Medias de características de crecimiento expresadas en Kg.

^b Medias de características reproductivas expresadas en días.

PL305 = producción de leche a 305 días.

PG305 = producción de grasa a 305 días.

PP305 = producción de proteína a 305 días.

EPP = edad al primer parto.

IEP = intervalo entre partos.

Cuadro 39A. Resumen de significancia de los efectos considerados en el análisis de varianza de mínimos cuadrados, realizado para estimar las medias de mínimos cuadrados por categoría de consanguinidad de la vaca (Fv), en cada una de las características estudiadas en el hato Criollo Lechero Centroamericano del CATIE.

F. de V.		PL305	PG305	PP305	EPP	IEP
Año (A)		**	**	**	**	**
Manejo (M)		**	**	**		NS
Epoca (E)	NS	**	**	*	NS	
Categ Fc	NS	*	NS	*	NS	**
A*E		**	NS	NS	NS	

** (P<0.01)

* (P<0.05)

NS No significativo.

PL305 = producción de leche a 305 días.

PG305 = producción de grasa a 305 días.

PP305 = producción de proteína a 305 días.

EPP = edad al primer parto.

IEP = intervalo entre partos.

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
 AREA DE GANADERIA TROPICAL
 PEDIGREES ROMOSINUANO

Número : R9-22
 Fecha nac: 300379
 Sexo : HEMBRA

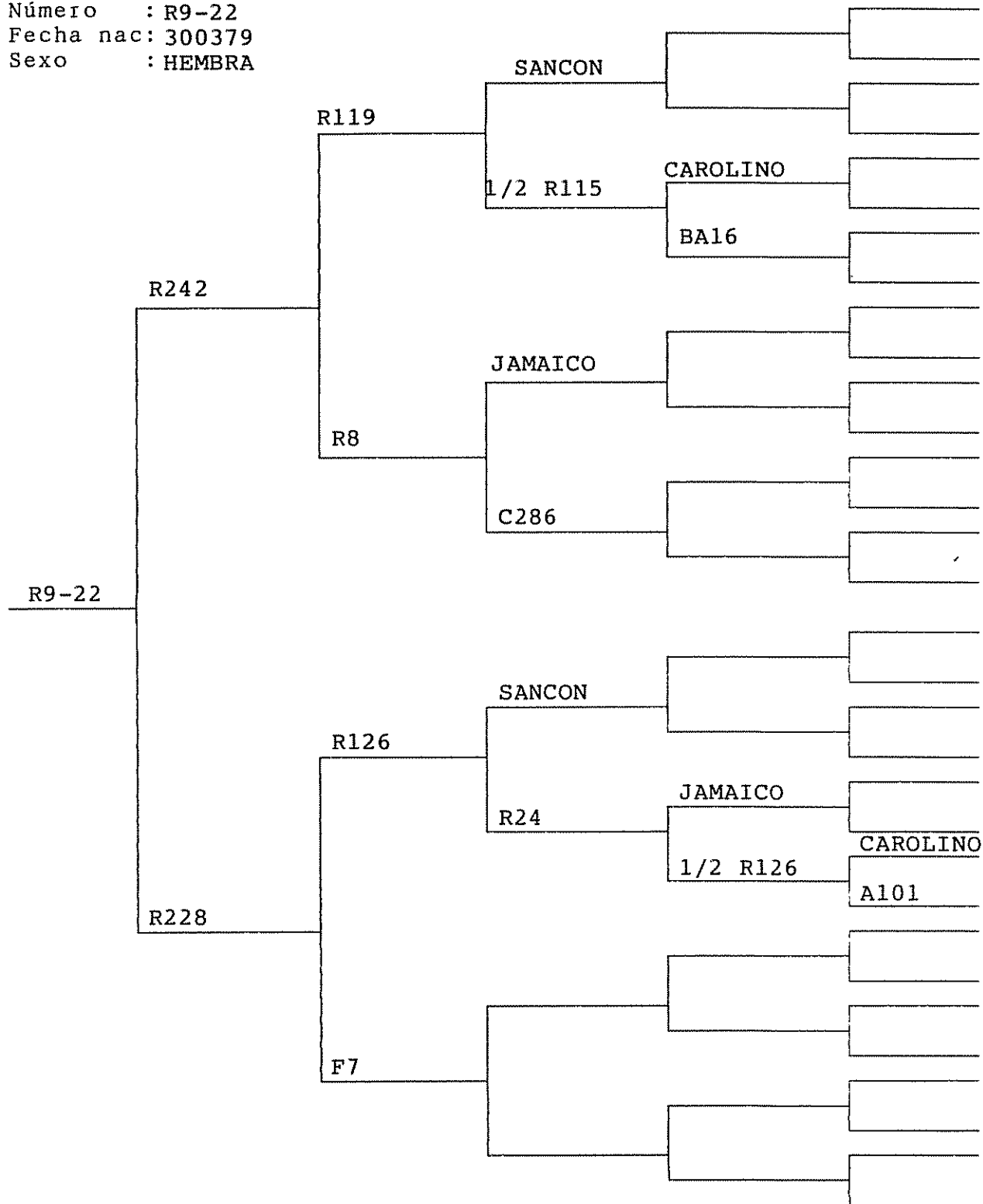


Figura 1A. Ejemplo de un pedigree en el hato Romosinuano del CATIE.

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
 AREA DE GANADERIA TROPICAL
 PEDIGREES CRIOLLO LECHERO CENTROAMERICANO

PRECIOSO(29)

Número : A252
 Fecha nac: ????81
 Sexo : HEMBRA

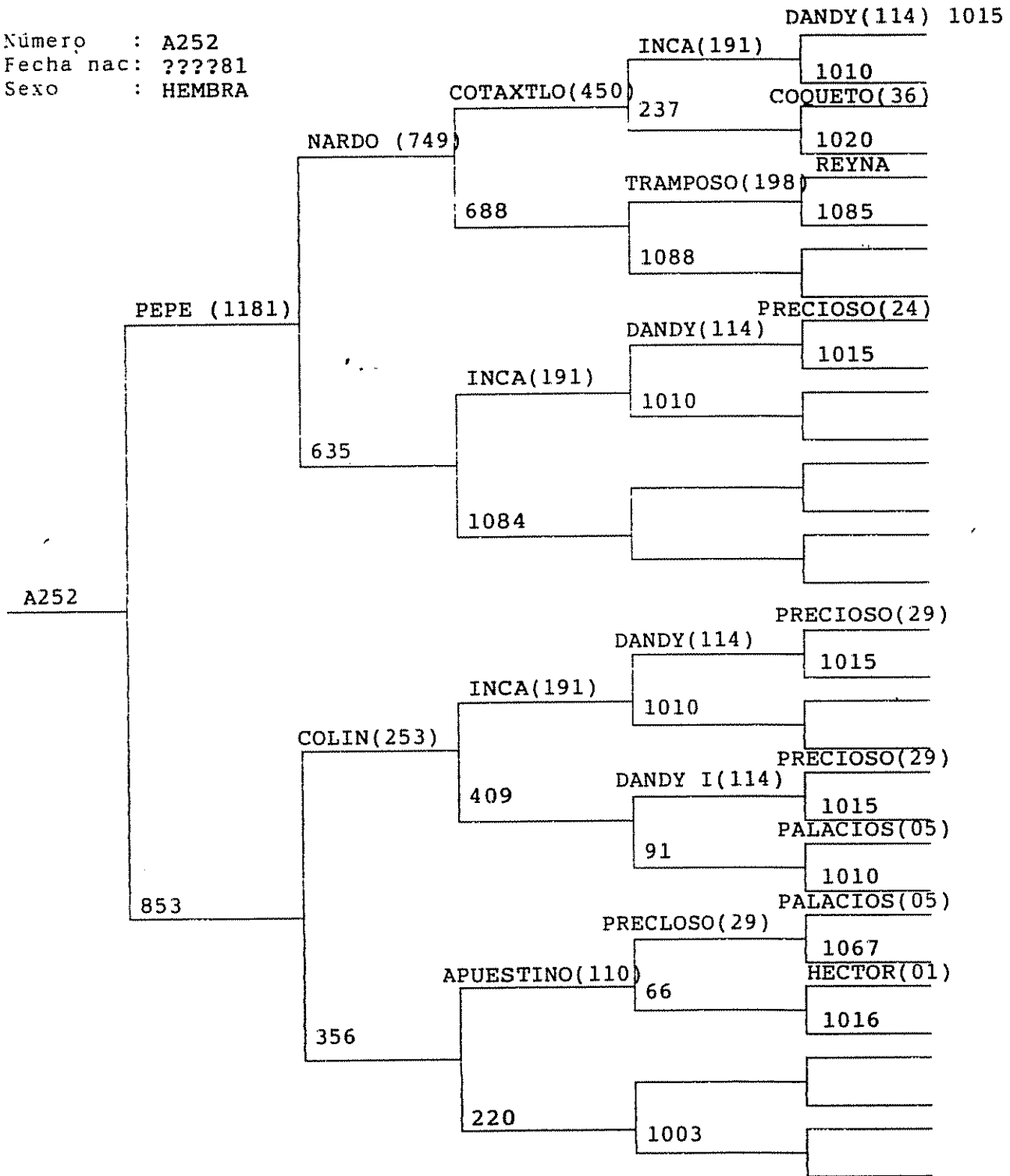


Figura 2A. Ejemplo de un pedigree en el hato Criollo Lechero Centroamericano.