

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

MORTALIDAD DE HEMBRAS, DESDE EL NACIMIENTO A PRIMER  
PARTO EN BOVINOS DE DIFERENTES GENOTIPOS LECHEROS,  
BAJO CONDICIONES DE TURRIALBA, COSTA RICA

Tesis sometida a la consideración de la Comisión del Programa Conjunto  
de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales de  
la Universidad de Costa Rica y el Centro Agronómico Tropical de  
Investigación y Enseñanza, para optar el grado de

Magister Scientiae

JUAN CARLOS MARTINEZ GONZALEZ

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA  
Departamento de Producción Animal

Turrialba, Costa Rica  
1986

## DEDICATORIA

A la memoria de mi padre  
Viviano por inculcarme el  
espíritu de superación

A Guadalupe, mi madre  
A mis hermanos, Everardo,  
Joel, José, Víctor y Jorge

## AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar su agradecimiento al Dr. Assefaw Tewelde, Consejero Principal, por su amistad, múltiples enseñanzas y valiosa orientación en la culminación del presente estudio.

Al ingeniero David Boshier, miembro del comité asesor por su colaboración y acertadas críticas durante el desarrollo del presente estudio.

A los doctores Romeo Martínez y Richard Taylor, miembros del comité asesor por sus acertadas críticas durante la revisión final.

Al doctor Jorge de Alba, Consejero Principal hasta su retiro del CATIE por su amistad, múltiples enseñanzas y orientación en la iniciación y realización del presente estudio.

Al ingeniero Miguel Mellado, por su amistad y orientación, quien hasta su retiro del CATIE formó parte de mi comité asesor.

Al Gobierno de Holanda por su apoyo financiero para la realización de mis estudios de posgrado.

Al Centro de Cómputo del CATIE por su apoyo económico para tiempo de computador, en especial al ingeniero Eladio Guerrero, por su colaboración durante el análisis de los datos.

A la señora Marlen Moya por su amistad y desinteresada ayuda durante mi estancia en CATIE.

Al personal del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), que contribuyó a mi formación personal y profesional.

## BIOGRAFIA

El autor nació en Aguascalientes, Aguascalientes, México, el 4 de noviembre de 1957.

En 1977 ingresó en la Universidad Autónoma de Aguascalientes, obteniendo el título de Ingeniero Agrónomo Zootecnista en enero de 1982.

Durante 1982 trabajó como asistente graduado en el Centro de Adiestramiento para el Mejoramiento de la Producción Animal (CAMPA) en Tampico, Tamaulipas.

En noviembre de 1982 se incorporó a Leche Industrializada CONASTUPO como asesor agropecuario donde laboró hasta febrero de 1983.

De febrero de 1983 a febrero de 1984 trabajó como asesor técnico en el rancho "Los Pavitos" en Panuco, Veracruz.

El 17 de marzo de 1984 ingresó a la Escuela de Posgrado del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, en Turrialba, Costa Rica donde obtuvo el grado de Magister Scientiae en Producción Animal en mayo de 1986.


Esta tesis ha sido aprobada en la forma presente por la  
Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en  
Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales,  
bajo el Convenio UCR-CATIE,  
como requisito parcial para optar al grado de

Magister Scientiae

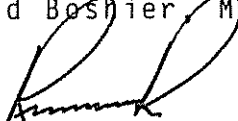
JURADO:

  
Assefaw Tewelde, Ph.D.

Profesor Consejero

  
David Boshier, M.S.

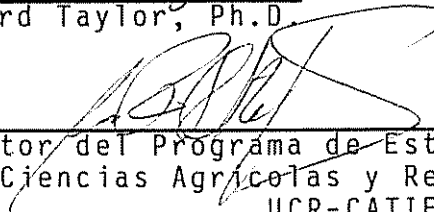
Miembro de Comité


  
Romeo Marbinez, Ph. D.

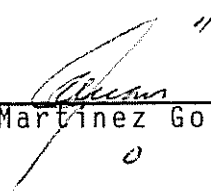
Miembro de Comité

  
Richard Taylor, Ph.D.

Miembro de Comité

  
Director del Programa de Estudios de Posgrado  
En Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales  
UCR-CATIE

  
Decano del Sistema de Estudios de Posgrado de  
la Universidad de Costa Rica

  
Juan Carlos Martínez González (candidato)

## CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	viii
SUMMARY.....	x
LISTA DE CUADROS EN EL TEXTO.....	xii
LISTA DE FIGURAS EN EL TEXTO.....	xiv
LISTA DE CUADROS EN EL APENDICE.....	xv
1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISION DE LITERATURA.....	5
2.1 Factores no genéticos asociados a la mortalidad prenatal de fetos.....	6
2.2 Factores asociados a la mortalidad de crías al nacimiento y en el período perinatal.....	9
2.3 Factores asociados a la mortalidad posnatal de terneras.....	11
2.3.1 Pérdidas asociadas a la cría artificial.....	12
2.3.2 Pérdidas asociadas al manejo o sistema de cría.....	15
2.3.3 Pérdidas por inadaptabilidad a condiciones tropicales.....	17
2.4 Influencias genéticas para sobrevivencia.....	20
3. MATERIALES Y METODOS.....	24
3.1 Localización y descripción del lugar de trabajo.....	24
3.1.1 Recursos forrajeros.....	24
3.1.2 Descripción del hato.....	27
3.1.3 Manejo de los animales.....	29
3.2 Descripción de los datos.....	32
3.2.1 Archivo de ganado para producción.....	33
3.2.2 Archivo de animales para el estudio.....	34
3.2.3 Archivo definitivo para análisis de tasas de sobrevivencia.....	36

	Página	
3.3	Análisis estadístico.....	39
3.3.1	Ajuste de la heredabilidad en escala binomial a normal.....	45
3.3.2	Análisis de endogamia (consan- guinidad).....	47
4.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	48
4.1	Sobrevivencia al nacimiento.....	48
4.1.1	Efectos ambientales.....	50
4.1.2	Efectos genéticos.....	58
4.2	Sobrevivencia a la edad de dos meses.	65
4.2.1	Efectos ambientales.....	67
4.2.2	Efectos genéticos.....	73
4.3	Sobrevivencia a la edad de seis meses	79
4.3.1	Efectos ambientales.....	80
4.3.2	Efectos genéticos.....	85
4.4	Sobrevivencia a la edad de doce meses	89
4.4.1	Efectos ambientales.....	91
4.4.2	Efectos genéticos.....	94
4.5	Sobrevivencia a primer parto.....	98
4.5.1	Efectos ambientales.....	99
4.5.2	Efectos genéticos.....	102
4.6	Análisis de endogamia del grupo ra- cial Criollo Lechero.....	107
5.	CONCLUSIONES.....	109
6.	RECOMENDACIONES.....	113
7.	LITERATURA CITADA.....	115
8.	APENDICE.....	124

## RESUMEN

Se estudió la sobrevivencia de terneras (ST) como propiedad de la madre al nacimiento (SNA), 2 (S2M), 6 (S6M) y 12 (S12M) meses de edad, así como sobrevivencia a primer parto (SPP) a partir del 2124 registros colectados en la Finca Experimental del CATIE en Turrialba, Costa Rica. Para el estudio se consideró un período de 31 años (1954 a 1984 inclusive). Las terneras fueron creadas artificialmente en jaulas individuales hasta los 2 meses de edad recibiendo 10% de su peso vivo de leche entera, concentrado (18% proteína cruda) ad libitum y acceso a praderas por 6 horas. A los 2 meses se destetaban las terneras recibiendo aproximadamente 1,5 kg de concentrado/animal/día hasta la edad de 6 meses, como suplemento al pastoreo. Después de 6 meses de edad y hasta que daban origen a un parto o aborto se mantenían en condiciones de pastoreo exclusivo con suplementación de minerales. El procedimiento de mínimos cuadrados fue utilizado para estudiar la influencia del genotipo de la madre, año de nacimiento, edad de la vaca al parto, peso de la vaca al parto y peso de la cría al nacimiento (esto dos últimos como covariables) sobre ST. Los genotipos estudiados fueron Criollo (C), Jersey (J), 1/2 C-1/2 J ( $F_1$ ), 1/2 J-1/2 C ( $F_1$ ), 3/4-1/4 J, 3/4-1/4 C, C x otras, J x otras, Pardo Suizo x Cebú, Durham x otras, Ayrshire x  $F_1$  y Rojo Danés x  $F_1$ . Los resultados encontrados para ST fueron 95%, 88%, 93%, 89% y 83% para SNA, S2M, S6M, S12M y SPP, respectivamente. El genotipo de la madre solo fue fuente de variación importante ( $P < 0,01$ ) en ST en las etapas de S12M y SPP, lo que indica que hasta esta edad es cuando empieza de ser importante la superioridad de ciertos genotipos para mayor adaptación. El año de parto fue fuente de variación significativa ( $P < 0,01$ ) en todas las edades lo que sugiere efectos ambientales relacionados con el manejo. La edad de la madre afectó significativamente ( $P < 0,01$ ) en SNA y en menor grado ( $P < 0,05$ ) en SPP, generalmente la ST aumentó al aumentar la edad de la madre siendo la edad crítica a los 10 años de edad. El peso al nacimiento de la cría afectó significativamente ( $P < 0,01$ ) en S2M. El genotipo que tuvo el mejor comportamiento para ST fue el Ayrshire x  $F_1$  con 73%, mientras que el Pardo Suizo x Cebú sufrió las mayores pérdidas. Los genotipos que involucraban C y J se mantuvieron alrededor de la media lo que sugirió una falta de heterosis para ST. Los parámetros genéticos calculados para esta población fueron heredabilidad ( $h^2$ ) y repetibilidad ( $r$ ). Los  $r$  estimados para SNA, S2M, S6M, S12M y SPP fueron  $0,24 \pm 0,02$ ,  $-0,02 \pm 0,02$ ,  $-0,005 \pm 0,02$ ,  $0,05 \pm 0,03$  y  $0,08 \pm 0,03$ , respectivamente. Mediante las correlaciones de medias hermanas paternas se estimaron  $h^2$  para SNA, S2M, S6M, S12M y SPP las cuales fueron  $0,09 \pm 0,05$ ,  $0,04 \pm 0,06$ ,  $0,12 \pm 0,07$ ,  $0,36 \pm 0,09$  y  $0,18 \pm 0,09$  en la escala binomial, las que al transformarse a la escala normal (transformación probit) ascendieron a  $0,18 \pm$



0,06,  $0,12 \pm 0,07$ ,  $0,41 \pm 0,12$ ,  $1,05 \pm 0,12$  y  $0,72 \pm 0,12$ , respectivamente. Estos resultados sugieren que la transformación puede elevar nuestro parámetro estimado hasta cerca de un 300%.

(Palabras claves: mortalidad, sobrevivencia, genotipos lecheros, heredabilidad, repetibilidad y trópico).

## SUMMARY

Female mortality from birth to calving in different dairy cattle genotypes in the conditions up Turrialba, Costa Rica.

The survival of female calves (SF) as a characteristic of the dam was studied, at birth (SNA), 2 (S2M), 6 (S6M), and 12 months of age (S12M) as well as survival at first calving (SPP). The study consisted of analysis of 2126 records in the Experimental farm of CATIE in Turrialba, Costa Rica collected in the period 1954 to 1984 - 31 years. The genotypes involved in the study were Criollo (C), Jersey (J), 1/2 C-1/2 J (F<sub>1</sub>), 1/2 J-1/2 C (F<sub>1</sub>), 3/4 C-1/4 J, 3/4 J-1/4 C, C x others, J x others, Brown Swiss x Zebu, Durham x others, Ayrshire x F<sub>1</sub> and Red Danish x F<sub>1</sub>. Calves were artificially raised in individual stalls up to 12 months of age, receiving 10% of their live weight in milk, free access to concentrate (18% crude protein) and access to pasture for 6 hours daily. The calves were weaned at 2 months receiving approximately 1.5 Kg of concentrate/animal/day until 6 months of age as a supplement to pasture. After 6 months of age and up to first calving or abortion the calves were kept on pasture. Least squares procedure was used to study the influence of dam genotype, sire within dam genotype, dam, year of birth, age of dam at calving, dam weight at calving and calf birth weight (these latter two as covariables) on SF. Results obtained were 95%, 88%, 93%, 89% and 83% for SNA, S2M, S6M, S12M and SPP, respectively. Dam genotype alone was an important source of variation ( $P < 0.01$ ) in S12M and SPP, indicating that at ages where the heifer calf does not have to supplements is when the superiority of certain genotypes to survival is shown. Year of calving was an important source of variation ( $P < 0.01$ ) in all the traits studied. Age of dam had a significant influence in SNA ( $P < 0.01$ ) and SPP ( $P < 0.05$ ) alone SF seemed to increase as age of dam increased up to approximately 10 years of age from which SF tended to decline. Birth weight of the heifer calf had an important influence ( $P < 0.01$ ) on S2M. The genotype which had the highest value for SF was Ayrshire x F<sub>1</sub> with 73%, whereas the Brown Swiss had the lowest value with 20%. The genotypes which included C and J had SF values around the herd's mean suggesting the lack of heterosis for SF. But it also indicated the necessity of keeping the C as native germoplasm in order to increase the survival in a crossbreeding system involving perhaps other breeds. Estimates of genetic parameters such as heritability ( $h^2$ ) and repeatability ( $r$ ) were also obtained for all the traits studied. The estimates for  $r$  were  $0.24 \pm 0.02$ ,  $-0.02 \pm 0.02$ ,  $-0.005 \pm 0.02$ ,  $0.05 \pm 0.03$  and  $0.08 \pm 0.03$ , for SNA, S2M, S6M, S12M and SPP, respectively. Mean while  $h^2$  estimates in the binomial scale were  $0.09 \pm 0.05$ ,  $0.04 \pm 0.06$ ,  $0.12 \pm 0.07$ ,  $0.36 \pm 0.09$  and  $0.18 \pm 0.09$  for SNA, S2M, S6M, S12M and SPP, respectively, which upon making a probit transformation the respective  $h^2$  estimates (in the normal scale) were  $0.18 \pm 0.06$ ,  $0.12 \pm 0.07$ ,  $0.41 \pm 0.12$ ,  $1.05 \pm 0.12$  and  $0.72 \pm 0.12$  for SNA,

S2M, S6M, S12M and SPP, respectively. The  $h^2$  values obtained here suggest the possibility of considering survival traits as additional selection criteria at least under the conditions of Turrialba.

(Key Words: Mortality, Survival, Dairy Genotypes, Heritability, Repeatability, Tropic.)

## LISTA DE CUADROS

En el texto Cuadro No.		Página
1	Resumen de datos agroclimáticos acumulados en diferentes años en Turrialba..	25
2	Composición del concentrado para terneras.....	30
3	Clasificación y agrupamiento de razas y grupos raciales usados en la Estación Experimental, durante el período de 1954-1984 y su asignación del número de código.....	35
4	Medias de mínimos cuadrados y su error estándar para sobrevivencia de terneras	49
5	Análisis de varianza de mínimos cuadrados para sobrevivencia de terneras en diferentes edades (Modelo 1).....	51
6	Medias de mínimos cuadrados y sus errores estándares para sobrevivencia de terneras en varias edades de acuerdo a año de parto.....	52
7	Medias de mínimos cuadrados y sus errores estándares para sobrevivencia de terneras en varias edades de acuerdo a la edad de la vaca al parto en años....	56
8	Medias de mínimos cuadrados y sus errores estándares para sobrevivencia de terneras en varias edades de acuerdo al grupo racial de la madre.....	60
9	Análisis de varianza de mínimos cuadrados para sobrevivencia de terneras en diferentes edades (Modelo 2).....	62
10	Análisis de varianza de mínimos cuadrados para sobrevivencia de terneras en diferentes edades (Modelo 3).....	63

11	Componentes de varianzas de padres dentro de grupo racial ( $\sigma^2_p$ ), de yacas ( $\sigma^2_y$ ), el error sintetizado ( $\sigma^2_E$ ) y del total ( $\sigma^2_{TOT}$ ) para cada una de los caracteres estudiados.....	64
12	Índice de herencia en la escala bigomial ( $h^2_B$ ), en la escala normal ( $h^2_N$ ) e índice de constancia ( $r$ ) para cada una de las características estudiadas..	64

## LISTA DE FIGURAS

Figura No.		Página
1	Distribución de los grupos raciales que se han estudiado en la Estación Experimental de CATIE durante los años de 1954 a 1984.....	37
2	Sobrevivencia de terneras al nacimiento por año de parto.....	54
3	Sobrevivencia de terneras al nacimiento por edad de la vaca.....	57
4	Sobrevivencia de terneras a 2 meses de edad por año de parto.....	69
5	Sobrevivencia de terneras a 2 meses de edad por edad de la vaca.....	71
6	Sobrevivencia de terneras a 6 meses de edad por año de parto.....	82
7	Sobrevivencia de terneras a 6 meses de edad por edad de la vaca.....	84
8	Sobrevivencia de terneras a 12 meses de edad por año de parto.....	93
9	Sobrevivencia de terneras hasta primer parto por año de nacimiento.....	100
10	Sobrevivencia de terneras hasta primer parto por edad de la vaca.....	103
En el Apéndice		
1A	Transformación probit.....	131
2A	Sobrevivencia de terneras a la edad de dos meses por peso al nacimiento.....	132

En el apéndice  
Cuadro No.

Página

1A	Formato utilizado para almacenar información sobre mortalidad de terneras.....	125
2A	Clasificación y código según la causa de muerte de terneras en el hato lechero de la Estación Experimental del CATIE.....	126
3A	Formato utilizado para almacenar la información de los individuos en el hato para estudiar sobrevivencia.....	127
4A	Distribución del número de observaciones por grupo racial, que se obtuvieron de los registros de reproducción de la Estación Experimental del CATIE.....	128
5A	Número de registros observados por año de parto.....	129
6A	Número de observaciones correspondientes a edad de la vaca al parto.....	130

## 1. INTRODUCCION

En América Central las praderas para uso ganadero superan a las áreas destinadas a los cultivos, predominantemente en regiones del Pacífico, Atlántico y tierras altas (BID-BIRF-AID, 1977). En Nicaragua las pasturas ocupan el 74,1% de las tierras en explotación agropecuaria; en Costa Rica el porcentaje es ligeramente menor (73,1%) aunque existe la tendencia a que sea mayor en algunas zonas como el Atlántico (BID/BIRF/AID, 1977). En los demás países centroamericanos el porcentaje de tierras ocupadas por pasturas oscila entre el 47,5% y el 59,4%, siendo El Salvador el que tienen menor porcentaje de tierras destinadas a la ganadería (BID/BIRF/AID, 1977).

A pesar de que la mayor parte de las tierras en Centro América están destinadas a la ganadería, este sector no ha sido posible satisfacer las necesidades de productos de origen animal, principalmente leche. Por ejemplo las proyecciones para 1990 indican un aumento en la demanda de este producto del orden de 120% para Nicaragua, 139% para El Salvador, 144% para Costa Rica y Guatemala y del 173% para Honduras (SIECA, 1974).

En Centro América y en muchos países tropicales, la producción de leche se realiza principalmente en hatos de doble propósito (sistema de producción de leche con apoyo del ternero) y en menor escala en hatos especializados. El primero, en su mayoría, depende de animales cruzados bajo,



pastoreo mientras que el segundo depende de razas lecheras especializadas las cuales generalmente han sido desarrolladas bajo condiciones templadas. Las razas especializadas muestran una reducción en sus niveles de producción y reproducción cuando se explotan en condiciones tropicales (Albright y Alliston, 1971; Vaccaro et al., 1983; Wilkins et al., 1984). Sin embargo, existen razas especializadas para leche adaptadas al trópico, como es el caso del ganado Criollo Reyna, Barroso Salmenco y Limonero (Bodisco y Abreu, 1981; Melgar, 1984; De Alba, 1985a).

En una encuesta de 230 fincas realizada en Costa Rica por CIID/CATIE (1982)\* se observa que alrededor de 84% de las explotaciones ganaderas practican el sistema de doble propósito. Este sistema consiste en el ordeño de la vaca una sola vez al día con apoyo del ternero y la permanencia de este con la vaca durante aproximadamente 6 hr al día. La constitución de los hatos es principalmente a base de cruces, aunque predomina la sangre cebuina, de tal forma que estos tengan mayor adaptación a climas tropicales (Carneiro et al., 1957; Hernández, 1965; Amble y Jain, 1966; Buvanendran, 1977).

Independientemente de que se trate de producción de leche en forma especializada o con sistema de doble propósito, es importante que los animales sobrevivan y se reproduzcan en las condiciones del trópico. Las condiciones tropicales son generalmente adversas por factores

---

\*Informe Anual 1982. Proyecto CIID/CATIE.

ambientales, nutricionales, parasitarios y de manejo. El efecto de éste ha sido una edad tardía al primer parto, intervalos entre partos largos, número de servicios por concepción elevado, baja natalidad, además de las altas tasas de mortalidad en crías.

Entre las causas que pueden provocar pérdidas de terneros están las originadas por abortos, por partos difíciles o distócicos, mortalidad postnatal y pérdidas por sistema de explotación. En las primeras etapas de la vida, los animales son más propensos a los cambios nutricionales, ambientales y de manejo, presentándose además una baja resistencia al parasitismo (interno y externo), así como a otras enfermedades, los cuales por las condiciones climáticas se encuentran con más frecuencia en las zonas tropicales (Singh y Singh, 1971; Sharma et al., 1974; Vaccaro et al., 1983).

El genotipo de la cría incluyendo el de sus progenitores puede determinar el nivel de adaptabilidad de las crías. Este ha sido estudiado por algunos investigadores (Wijeratne, 1970; Hollon y Branton, 1975; Bar-Anan et al., 1976; Vaccaro y Vaccaro, 1981). Pero pérdidas en diferentes edades correspondientes a un sistema de manejo de diferentes genotipos, no se ha estudiado con el énfasis que lo merece. En base a lo anteriormente expuesto, los objetivos del presente trabajo fueron los siguientes:

- I. Determinar la tasa de mortalidad desde nacimiento hasta el primer parto en varias razas de bovino lechero (Criollo (C) y Jersey (J) así como sus cruces ( $F_1$ ,  $3/4$  C- $1/4$  J,  $3/4$  J- $1/4$  C), Ayrshire x  $F_1$ , Rojo Danés x  $F_1$ , Pardo Suizo x Cebú, Durham x otras), bajo un sistema intensivo de producción de leche en condiciones de trópico húmedo.
- II. Determinar la influencia que tiene la edad de la madre sobre la mortalidad de las crías.
- III. Estudiar el papel que juega la inclusión del Criollo (ganado Reyna) Lechero Centroamericano en un sistema de cruzamiento para la mortalidad de hembras en diferentes grupos de edades.
- IV. Estimar parámetros genéticos como índice de constancia ( $r$ ) y de herencia ( $h^2$ ) para tasa de sobrevivencia en el ganado de la finca del CATIE.
- V. Sugerir prácticas de crianza más eficientes que reduzcan la mortalidad de terneras de reemplazo en el hato lechero del CATIE.

## 2. REVISION DE LITERATURA

La explotación ganadera en regiones tropicales y subtropicales presenta problemas que no son comunes en las zonas de clima templado. Los factores climáticos como temperatura, humedad, radiación solar y movimiento del aire son los que más influencia tienen sobre el comportamiento reproductivo y productivo del ganado bovino lechero (Albright y Alliston, 1971; Morrow, 1985). Maltos (1968), señala que además de los factores climáticos, existen otros de carácter socioeconómico y sobre todo del tipo y clase de ganado que se explota en las zonas tropicales.

En la actualidad se ha extendido el uso de ganado europeo y sus cruces para ser usados en la producción de leche en climas tropicales. Esto se debe a que la gran mayoría de los países en vías de desarrollo de estas regiones enfrentan un déficit alimentario y de falta de recursos para implementar programas de mejoramiento animal adecuados a estas zonas (Vaccaro, 1973).

Las pérdidas de terneras en las explotaciones lecheras bajo condiciones tropicales pueden ser causadas por abortos, partos distócicos, mortalidad perinatal, mortalidad asociada a la cría artificial, mortalidad por manejo postdestete y por inadaptabilidad a condiciones tropicales.

## 2.1 Factores no genéticos asociados a la mortalidad prenatal de fetos.

Existen varias causas asociadas con la pérdida de fetos antes del término fisiológico de la gestación. Las más comunes de éstas son los abortos (infeccioso y traumáticos) y, en menor grado las absorciones, maceraciones y momificaciones de fetos. Tales accidentes de la gestación según Serrano (1982), son una reacción de la madre para tratar de eliminar la presencia del cuerpo extraño. Los abortos pueden ocurrir en cualquier período de la gestación, pasando generalmente desapercibidos aquellos que suceden en el primer tercio de la gestación. La causa más común del origen de los abortos es por la invasión o presencia de gérmenes patógenos que provocan enfermedades como la brucelosis, vibriosis, tricomoniasis o algunas más complejas como la rinotraqueitis infecciosa y la vulvovaginitis pustular infecciosa entre otras (Serrano, 1982).

Las pérdidas originadas por abortos provocados por brucelosis (Brucella abortus) llegan a ser de consideración económica, encontrándose ampliamente distribuida la bacteria aún en hatos bien manejados. Greene (1978), al estudiar las causas de mortalidad de terneros lecheros de 31 granjas comerciales en Irlanda, encontró que de 2598 partos, el 2,5% resulta en abortos y de este porcentaje el 42% es atribuible a esta bacteria. Esto da una idea del papel que llega la brucelosis en la tasa de mortalidad de terneros.

En climas tropicales es más agudo el problema de brucelosis, igualmente por no existir programas de erradicación y una conciencia seria frente al problema de mantener animales portadores dentro de los hatos. En un estudio en la India (Prabhu y Chatterjee, 1970) donde se analizó la incidencia de abortos en el ganado indio en las razas Kankrej, Gir, Sahiwal, Sindhi, Ongole y Tharparkar, se observó que la tasa de abortos fue del 4,7%, sin que existiera una diferencia significativa entre las estaciones del año. Cerca del 70% de los abortos ocurrieron en el último tercio de la gestación (211-265 días) y se asociaron principalmente a brucelosis. La raza Gir fue la más afectada al no desecharse animales diagnosticados infectados y que abortaron más de una vez.

El clima parece tener influencia sobre la tasa de presentación de abortos. Aún en climas tropicales donde los cambios climáticos no son muy marcados de estación a estación. Sharma y Jain (1984), analizando registros de reproducción procedentes de la India, reportaron variaciones significativas entre años para la presentación de abortos. Además encontraron que la mayor presentación de abortos (6,5%) correspondió al cruce Holstein-Friesian x Tharparkar y la menor al cruce Tharparkar x Jersey (1,4%).

Madsen y Vinther (1975), analizando el comportamiento productivo y reproductivo del ganado lechero puro (Rojo Danés) y cruzado (Rojo Danés x Cebú) en Tailandia,

reportaron que a medida que se incrementaba el porcentaje de genes Rojo Danés, también se incrementaba la frecuencia de abortos. En este estudio el porcentaje de abortos en los F<sub>1</sub> y Rojo Danés puro fueron de 3,8% y 21,5%, respectivamente. Resultados similares a lo anterior se han observado en novillas Holstein importadas de los Estados Unidos al trópico venezolano. En este hato se observó que de un total de 98 gestaciones, el 11,3% resultó en abortos. Los animales presentaban una condición corporal pobre como consecuencia del enfrentamiento a un ambiente desfavorable como el trópico (Vaccaro et al., 1983b) que a su vez provocaba abortos. Lo que indica que los sistemas de cruzamientos tienen un efecto positivo en cuanto a la disminución de la frecuencia de abortos. Pero esto se debe considerar en comparación a las razas o genotipos introducidos (al trópico) y no a los genotipos locales como el Cebú. El Cebú posee genes para la adaptabilidad a las condiciones adversas del trópico.

La presencia de un feto momificado es relativamente más sencilla de diagnosticar, cuando se tiene un programa de exámenes rutinarios de preñez. El feto momificado se caracteriza por una masa sólida en uno de los cuernos uterinos. Además los fluidos fetales están ausentes. Esta masa varía desde unos pocos centímetros hasta la del tamaño de un feto de 4 ó 5 meses de edad. Sin embargo, el diagnóstico de este estado patológico requiere la intervención de personal calificado.

## 2.2 Factores asociados a la mortalidad de crías al nacimiento y en el período perinatal.

Una de las maneras como se determina la eficiencia reproductiva, es por medio del número de vacas paridas con relación al número de vacas expuestas al toro. El momento del parto es el más importante en la producción pecuaria dado que si de éste resulta un becerro muerto (natimorto) la productividad es cero. Por el contrario, si nace vivo se tiene la probabilidad de que el individuo llegue a ser un animal productivo. En ocasiones ocurre que al momento del parto el ternero es expulsado muerto. Para estas pérdidas no se han logrado encontrar explicaciones científicas a pesar de que bajo ciertas circunstancias éstas llegan a ser de considerable repercusión económica llegando hasta el 5,4% de las muertes al nacimiento en algunos casos (Donald 1963).

Woodward y Clark (1959) al analizar registros de la raza Hereford en Montana, encontraron que de 8857 nacimientos, 316 fueron natimortos (3,6%). Hubo una diferencia altamente significativa entre sexos, siendo el porcentaje más alto en machos. Sin embargo, no se puede asociar el mayor peso de los becerros machos a la presentación de natimortos ya que no existió diferencia significativa en peso de los becerros vivos y los natimortos. Las pérdidas fueron mayores en vaquillas de primer parto. Por otro lado, Hollon y Branton (1975) en



Louisiana reportan pérdidas por abortos y natimortos de más de 20% en vacas Holstein mientras que tales pérdidas fueron solo de 9% en los cruces entre Holstein y Pardo Suizo o Jersey o Red Sindhi. Las mayores pérdidas observadas en Holstein se relacionaron con la tendencia que tiene esta raza a producir terneros grandes aún cuando se cruza con animales de razas más livianas (De Alba, 1985b).

Algunos estudios realizados en climas tropicales han mostrado que la tasa de natimortos es menor que la observada en climas templados (Joviano et al., 1963; Maltos et al., 1970; Sharma y Jain, 1984). Sin embargo, observaciones como estas no se pueden generalizar para todas las poblaciones nativas de las áreas tropicales, debido a la falta de consistencia en los resultados reportados (Vaccaro y Vaccaro, 1983). El clima tropical sigue siendo un factor que incide en ocasionar mayores pérdidas perinatales en animales poco adaptados en comparación a los nativos (Joviano et al., 1963; Soares y Campanarut, 1965; Maltos et al., 1970; Verma y Kalra, 1974; Sharma y Jain, 1984). Por ejemplo Vaccaro y Vaccaro (1983) reportan valores de más de 12,2% para pérdidas por natimortos en novillas Holstein importadas a Venezuela. Mientras que los genotipos nativos de climas tropicales presentaron tasas de pérdidas alrededor del nacimiento (natimortos y mortalidad perinatal) de 0,5% a 3,7%.

Las pérdidas perinatales son difíciles de cuantificar ya que existe discrepancia al definir el largo del período perinatal. El período perinatal comprende las primeras 24 horas de vida según algunos autores (Miller y Gilmore, 1949; Wijeratne, 1970; Greene, 1978). Pero aún en condiciones de lechería especializada donde las terneras están bajo cría artificial no se define este lapso con precisión ya que para algunos comprende el tiempo que permanece el ternero con la vaca.

Las principales causas de las pérdidas en este período son las lesiones sufridas por el ternero durante los partos prolongados o difíciles (distócicos) por incompatibilidad del tamaño del feto y el área del canal pélvico (Merino et al., 1982; De Alba, 1985b). Este tipo de pérdida se encuentra influenciada directamente por la raza, tipo de cruzamiento y edad de servicio de las novillas, ya que existe predisposición a partos difíciles en animales de razas de mayor talla por ejemplo, Holstein, Ayrshire, Simental y Charolais y en vaquillas de primer parto (Donald, 1963; Wijeratne, 1970; Laster, et al., 1973).

### 2.3 Factores asociados a la mortalidad postnatal de terneras.

La tendencia que se observa en los estudios sobre la mortalidad de terneros es que a medida que aumenta la edad

de los terneros, las posibilidades de que mueran van disminuyendo (Natarajan y Singh, 1978; Jain y Sharma, 1982; Umoh, 1982. Esta sobrevivencia puede ser un reflejo de la selección natural al dejar los individuos con mayor adaptabilidad. Sin embargo, el tipo de explotación, el manejo que impone el hombre, la raza de ganado y el medio ambiente juegan un papel importante en la sobrevivencia de terneros (Hartman et al., 1974; Umoh, 1982; Dwivedi et al., 1983).

#### 2.3.1 Pérdidas asociadas a la cría artificial.

Como en la mayoría de los casos, el tratar de unificar un mismo criterio para designar un evento resulta difícil debido a que existe una gama variada de sistemas de cría artificial. Además, todos los sistemas van a estar influenciados por la intervención directa del hombre que juega un papel importante al definir el tipo de manejo que le dará a los terneros.

Estudios realizados en climas templados demuestran que el tamaño del hato, así como la persona que se encarga de la cría artificial de los terneros en los primeros tres meses de vida influyen directamente en la tasa de mortalidad de los terneros (Hartman et al., 1974; Massip y Pondant, 1975). Hartman et al., (1974), al analizar varios sistemas de alimentación, manejo y alojamiento para

terneros, encontraron que las pérdidas anuales para hatos de menos de 100 vacas, de 100 a 200 y más de 200, promediaron 15,8%, 19,3% y 27,3%, respectivamente. Las mayores pérdidas (11,7%) ocurrieron cuando el encargado era contratado para ese fin, mientras que cuando la esposa del granjero era la encargada de la cría de los terneros, la tasa de mortalidad fue de 6,3%.

Resultados similares a los anteriormente señalados fueron reportados por Massip y Pondant (1975) en Bélgica, mientras que Jenny et al. (1981) en Carolina del Sur, encontraron que a medida que se incrementaba el hato se reducía el porcentaje de mortalidad.

La alimentación durante las etapas iniciales en el desarrollo del ternero juega un papel importante en su futura resistencia a ambientes desfavorables. La necesidad de garantizar un consumo adecuado de las primeras secreciones de la glándula mamaria (calostro) después del parto por el ternero, es de vital importancia para la adquisición de inmunidad pasiva a través de la absorción de inmunoglobulinas calostrales (Stott et al., 1976; Roy, 1980; Norman et al., 1981).

Jenny et al. (1981) y Johnson y Harpestad (1970) mencionan que al aumentar el contenido de grasa en la leche y en el sustituto de la leche tuvo un efecto negativo sobre la mortalidad de terneros. Esto puede ser como resultado de que hubo menos incidencia de diarrea, al no verse afectada

la proteólisis gástrica, dietas bajas en grasa reducen la actividad de la enzima pancreática (Roy, 1980). En los climas tropicales, la influencia que tiene el sistema de cría en la mortalidad de terneros, no se ha estudiado con la profundidad que lo merece, ya que la gran mayoría de las investigaciones están dirigidas a determinar la adaptabilidad del ganado europeo al trópico.

En un estudio realizado por Umoh (1982) sobre la influencia del sistema de alimentación en la sobrevivencia de terneros, reportó un 93,8% y 89,2% de sobrevivencia para terneros alimentados naturalmente por su madre y aquellos artificialmente criados (en balde), respectivamente.

En un estudio realizado en Florida en relación al desarrollo y sobrevivencia de terneras Jersey, las pérdidas hasta los seis meses de edad fueron de 12,2% (Arnold y Becker, 1953). Las causas principales de muertes en este estudio, fueron los problemas digestivos (diarrea y coccidiosis) originados probablemente de un inadecuado sistema de alimentación.

Las razas rústicas (criollas) que se han desarrollado en condiciones más naturales presentan ventajas que han perdido las razas más intensamente seleccionadas. Maltos et al. (1970) encontraron que las terneras Criollo Lechero Centroamericano tuvieron un lento desarrollo considerado como detrimento cuando eran criadas en semiconfinamiento y alimentadas artificialmente. Estos

mismos animales mostraron mejores incrementos cuando entraron a la etapa de pastoreo, con excepción de las terneras de la raza Jersey quienes mostraron un comportamiento contrario.

Las razas cebuinas presentan porcentajes de mortalidad considerados como muy altos cuando están bajo un sistema de manejo donde la cría de terneras es en forma artificial. Existen evidencias de que la mortalidad varía de 17,2% a 24,6% bajo este tipo de manejo (Sharma et al., 1974).

Dwidvedi et al., (1983), estudiando las posibles causas de mortalidad de terneros Holstein-Friesian criados artificialmente en la India, observaron que había mayor mortalidad en los machos que en las hembras (25,7% vs. 14,4%) en las primeras etapas de la vida atribuyéndolo a que las hembras reciben una mejor atención posiblemente por tener un carácter más importante dentro de la explotación.

### 2.3.2 Pérdidas asociadas al manejo o sistema de cría.

La mayor parte de la literatura referente a sobrevivencia en hatos lecheros está basada en estudios hechos en zonas templadas y en su mayoría no definen las pérdidas en diferentes períodos de vida (Ormiston, 1949; Dickinson y Touchberry, 1961). Los estudios que relacionan el sistema de cría con las tasas de sobrevivencia y el

comportamiento productivo han sido estudiados en forma aislada (Murley et al., 1954; Jorgenson et al., 1970; Appleman y Owen, 1975). En un estudio realizado por Ormiston (1949) sobre la mortalidad de terneras de lechería, se observó que había un 24% de pérdidas de terneras hasta un año de edad, de las cuales el 70% ocurrieron en los primeros dos meses de vida. La principal causa de muerte en el mencionado estudio fue la neumonía.

En condiciones tropicales, los sistemas de manejo varían desde el pastoreo exclusivo a base de praderas naturales (no mejoradas), pasando por sistemas de pastoreo intensivo hasta la estabulación exclusiva. Este último se practica en áreas donde las condiciones de mercado son rentables. Sin embargo, el sistema más generalizado en el trópico es el pastoreo siendo común considerar dos etapas críticas en el desarrollo de las terneras de reemplazo. La primera está relacionada con el destete (suspensión de la dieta líquida materna) y la segunda cuando se decide colocar al animal en la pradera. El enfrentamiento a este nuevo ambiente y la exposición a mayores poblaciones de parásitos (externos e internos) afecta marcadamente las tasas de sobrevivencia (Carneiro y Lush, 1954; Madsen y Vinther, 1975).

Carneiro y Lush (1954), al analizar las tasas reproductivas y de crecimiento del ganado Pardo Suizo, en Brasil, encontraron que solamente cerca del 55% de los

partos resultaron en animales que alcanzaron los dos años de edad. En este estudio las etapas más críticas (con mayor ocurrencia de muertes) fueron al destete y cuando las terneras fueron colocadas en la pradera.

### 2.3.3 Pérdidas por inadaptabilidad a condiciones tropicales.

Con el fin de incrementar la capacidad productiva de los hatos lecheros de climas tropicales se ha generalizado la importación de animales especializados en producción de leche de razas europeas (desarrolladas en climas templados) para ser usados extensamente en programas de cruzamiento y, aún, como razas puras. Sin embargo, estas importaciones han tenido diferentes éxitos. Las razas que se introduzcan mediante un sistema de cruzamiento con las razas nativas en general no han tenido problemas de adaptabilidad a menos de que se practique cruzamiento absorbente hacia las razas introducidas. Por otro lado razas introducidas al trópico para ser explotadas en forma pura si han tenido problemas de adaptabilidad cuando están sujetas a condiciones de pastoreo intensivo y expuestas a parásitos externos e internos. Aún cuando logran sobrevivir en este ambiente sus comportamientos productivos y reproductivos son generalmente inferiores a los obtenidos en su lugar de origen (Carneiro y Lush, 1954; Vaccaro, 1973; Wilkins et al., 1984; De Alba, 1985b).



En Venezuela las investigaciones sobre la adaptación del ganado Holstein Friesian y Pardo Suizo han mostrado que estas razas sufren estrés en el ambiente tropical. Las tasas de mortalidad son superiores al considerado como máximo (10%), y los niveles de producción están muy por debajo a los mostrados en su lugar de origen cuando están en condiciones de estabulación completa (Hernández, 1965; Vaccaro y Vaccaro, 1981; Vaccaro y Vaccaro, 1982). Estas pérdidas son mayores en animales directamente importados desde su lugar de origen, cuantificándose pérdidas de hasta 81,3% en novillas Holstein-Friesian que murieron en su primer año de vida (Vaccaro et al., 1983). La vida productiva de los animales que logran sobrevivir es extremadamente corta y hace dudar de la rentabilidad de las explotaciones basadas en este tipo de ganado (Vaccaro et al., 1983).

Joviano et al. (1963) estudiando la eficiencia reproductiva de un hato mestizo Jersey (Jersey x Cebú en diferentes proporciones) en Brasil, observaron que de 1068 hembras nacidas vivas el 24,7% murió antes de su primer parto. Esta mortalidad se considera bastante alta pero estuvo asociada a las hembras con mayor proporción de genes Jersey (puras, 15/16 y 7/8). Sin embargo, estos resultados no son consistentes, en otra localidad de Brasil, la tasa de mortalidad registrada para terneros Jersey hasta la edad de 3 meses solo fue de 4,1% (Soares y Campanarut, 1965). Cabe

aclarar que estos animales estaban en condiciones de semiestabulación.

Los programas de cruzamiento entre ganado nativo y ganado de razas especializadas en producción de leche; están resultando ser la solución para incrementar la capacidad productiva de estos hatos principalmente para leche. Umho (1982), estudiando la sobrevivencia relativa de razas indígenas (White Fulani y Sokoto Gudali), razas importadas (Friesian y Charolais) y sus cruces encontró que había un 8,7% de pérdidas a las doce semanas de edad. Los animales de razas indígenas tuvieron menos pérdidas (5,8%) comparada en las sufridas por los cruzamiento  $F_1$  (12,2%) y las razas puras (17,3%). Al comparar los patrones de mortalidad del ganado exótico (Holstein, Jersey, Pardo Suizo, Rojo Danés, Guernsey y Ayrshire) nativo e importado a la India, Natarajan y Singh (1978) observaron que los animales importados sufrieron mayores pérdidas que los animales nacidos en la India. Esto se atribuyó a la falta de adaptación al nuevo ambiente.

Los trabajos sobre cruzamiento de razas europeas con razas nativas en la India han sido extensos (Tomar, 1973; Natarajan, et al., 1980; Sharma y Jain, 1982; Dwivedi et al., 1983; Jain y Sharma, 1983). En ellos se reportan tasas de mortalidad que varían desde 1,1% hasta 26,3%, correspondiendo siempre las mayores tasas para animales con mayor porcentaje de genes de las razas europeas. Esto

demuestra una menor adaptación de estas razas al medio ambiente tropical. Resultados similares a estos se han observado en Tailandia (Madsen y Vinther, 1975) con el ganado Rojo Danés y sus cruces con Cebú (Sahiwal o Red Sindhi), con una menor tendencia a la adaptación de las razas europeas.

Por otro lado Buvanendran (1977) encontró tasas de mortalidad de terneras hasta la edad de 12 meses, de 13% y 5,3% correspondiendo a los cruces entre tres razas Ayrshire y Jersey-Sindhi (A-JS) y  $F_1$  (Jersey y Sindhi), respectivamente. La mayor sobrevivencia observada en los cruces de A-JS se puede atribuir al efecto de heterosis tanto individual como maternal a consecuencia de la combinación de las 3 razas.

La revisión anterior evidencia de manera resumida el hecho de que las razas puras desarrolladas en zonas templadas se enfrentan a serios problemas de adaptabilidad a las condiciones tropicales pero a la vez indican el potencial que existe en un sistema de cruzamiento con objetivos dirigidos, así como el efecto positivo de heterosis para la sobrevivencia.

#### 2.4 Influencias genéticas para sobrevivencia.

La adaptabilidad de las razas nativas e introducidas se expresa en diferentes tasas en sobrevivencia, como un

reflejo a las condiciones tropicales. Sin embargo, es conveniente y de interés preguntar acerca de la posibilidad de manipuleo de la característica para mayor sobrevivencia dentro de una raza. Estas posibilidades de manipuleo se pueden detectar mediante la cuantificación de parámetros genéticos como índice de herencia ( $h^2$ ) e índice de constancia ( $r$ ) entre otros para las características relacionadas con sobrevivencia. En general, tales parámetros genéticos estimados para características de viabilidad y de fertilidad son pequeños o cercanos a cero. Esto se debe a que estas características tienen una dependencia de efectos genéticos no aditivos así como los efectos ambientales (Philipsson, 1976).

Auran (1972) estudiando los factores que afectan la presentación de natimortos en el ganado Noruego, encontró que la  $h^2$  para este carácter tuvo un ámbito de 0,0016 a 0,0017 cuando se consideró como característica del ternero y de -0,0010 cuando se consideraba como característica de la vaca. Con base en estos valores, se concluye que la selección para minimizar la presentación de natimortos es inefectiva y que se deben tomar en cuenta los factores ambientales que influyen la presentación de natimortos.

En un trabajo realizado por Dearborn et al. (1973) en un hato de carne se encontraron valores de  $r$  para mortalidad fetal, natimortos, sobrevivencia a las 2 semanas y sobrevivencia al destete de -0,065, 0,006, 0,008 y -0,011,

respectivamente, considerándolas como características de la madre. Cuando se consideraron como características del ternero, los valores de  $r$  fueron  $-0,008$ ,  $0,000$ ,  $0,051$  y  $0,042$ , respectivamente. Los índices de herencia para mortalidad fetal, natimortos, sobrevivencia a 2 semanas de edad y sobrevivencia al destete fueron  $-0,26 \pm 0,13$ ,  $0,02 \pm 0,16$ ,  $0,03 \pm 0,13$  y  $-0,01 \pm 0,13$ , respectivamente cuando se consideraron como característica de la madre. Los valores anteriormente señalados fueron calculados por correlación intraclase. Como se puede observar la influencia del efecto genético aditivo para los caracteres de sobrevivencia, es prácticamente cero. Valores de  $h^2$  similares a los anteriores fueron reportados por Philipsson (1976) quien trabajó con dos hatos de ganado sueco (Skare y Halland). En este trabajo,  $h^2$  fue de  $0,007 \pm 0,016$  y  $0,076 \pm 0,036$  para natimortos en los dos hatos respectivos y fue estimado mediante la correlación intraclase entre medias hermanas paternas considerando a los natimortos como efecto de la madre.

Por otro lado Bar-Anan et al. (1976) reportan  $h^2$  para mortalidad perinatal de  $0,042$  en novillas y de  $0,013$  en vacas cuando se considera como efecto genético del ternero. Sin embargo, cuando se consideran como efectos de la madre, estos valores fueron de  $0,018$  para novillas y de  $0,004$  para vacas. En ambos casos (aunque no se reportan errores estándares)  $h^2$  fueron muy cercanas a cero.

En Brasil, Mello (1982) reportó valores de  $h^2$  similares a los anteriores para sobrevivencia perinatal en el ganado Canchim. Estos valores fue  $0,049 \pm 0,044$  y  $0,040 \pm 0,036$  cuando el caracter se consideraba como característica de la cría y de la madre, respectivamente. El  $h^2$  para la sobrevivencia al destete fue de  $0,089 \pm 0,049$  y  $0,092 \pm 0,044$ . Sin embargo, Milagres et al. (1979) encontraron  $h^2$  para sobrevivencia perinatal de terneros Hereford mayores que los anteriores. En este trabajo,  $h^2$  fue de  $0,64 \pm 0,21$  que al ser corregida a la escala normal según procedimiento de Van Vleck (1972), se elevó a  $1,25 \pm 0,35$ . Por lo tanto se recomienda hacer selección para este caracter. A pesar de la inconsistencia de los resultados aquí resumidos generalmente es cierto que los  $h^2$  para características de sobrevivencia y fertilidad son bajos (Lush et al., 1948; Robertson y Lerner, 1949; Smith, 1977).

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Localización y descripción del lugar de trabajo.

La Estación Experimental del Departamento de Producción Animal del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), está situada en el cantón de Turrialba, perteneciente a la provincia de Cartago, Costa Rica. El cantón tiene una extensión de 71.345,5 ha de las cuales de 34,6% están ocupadas por pastos que son utilizados por la industria pecuaria, principalmente explotaciones de bovinos lecheros (Ministerio de Economía, Industria y Comercio, 1973). La estación está ubicada en un valle rodeado por montañas, cuyas coordenadas geográficas son  $9^{\circ} 53'$  y  $21''$  de latitud norte,  $83^{\circ} 39'$  y  $40''$  de longitud oeste y a una altitud de 645 m sobre el nivel del mar. La temperatura media anual es de  $21,5^{\circ}\text{C}$ , con una media máxima de  $26,4^{\circ}\text{C}$  y una media mínima de  $18,0^{\circ}\text{C}$ . La precipitación pluvial es de 2.661,0 mm anuales, siendo los meses de enero, febrero, marzo y abril en los que ocurre menor precipitación. La humedad relativa presenta un promedio de 87,4%. Otras características climatológicas en forma detallada puede apreciarse en el Cuadro 1.

##### 3.1.1 Recursos forrajeros.

La finca ganadera dispone de aproximadamente 91 ha para la explotación de bovino lechero. Dicha área es un

Cuadro 1. Resumen de datos agroclimáticos acumulados en diferentes años en Turrialba.

Mes	TEMPERATURA (C)			PRECIPITACION (mm)			BRILLO SOLAR		RADIACION		HUMEDAD RELATIVA		EVAPORACION (mm)		
	Promedio	Media horaria	Absoluta	Prom.	Max.	Días con 0.1 mm ó más	Promedio mens.	diario	Mensual	Promedio	Prom.	Mensual	Prom.	Mensual	
															Max.
Enero	25,10	16,50	20,29	29,90	11,70	167,3	164,9	18,2	149,9	4,84	12487	402,8	86,8	87,5	2,82
Febrero	25,40	16,57	20,43	30,50	11,50	138,5	247,5	15,2	140,0	4,95	12123	428,5	86,0	89,6	3,17
Marzo	26,32	17,21	21,25	31,00	12,40	74,4	106,9	13,7	162,5	5,24	14877	479,9	84,8	119,4	3,85
Abril	26,93	18,09	21,89	31,50	13,20	125,5	287,9	14,9	157,5	5,25	13854	461,8	84,9	117,8	3,93
Mayo	27,63	18,85	22,46	31,60	14,20	229,8	76,4	23,2	152,7	5,12	14562	469,8	86,7	114,3	3,69
Junio	27,27	18,94	22,23	30,40	16,20	281,7	85,5	24,8	126,3	4,21	12466	415,6	88,6	91,7	3,06
Julio	26,58	18,58	21,80	31,50	15,10	279,9	114,9	25,3	117,0	3,77	12082	389,7	88,8	85,0	2,74
Agosto	26,80	18,53	21,83	30,00	15,70	247,3	126,7	25,2	133,3	4,30	13107	422,8	88,5	91,1	2,94
Setiembre	27,19	18,52	21,98	29,80	15,60	259,0	110,5	23,0	134,9	4,50	13385	446,2	88,1	98,4	3,28
Octubre	26,96	18,51	21,88	31,00	15,00	251,3	143,5	24,2	146,9	4,74	13533	436,5	88,5	99,1	3,20
Noviembre	25,85	18,21	21,35	32,00	13,70	277,2	150,3	22,5	127,1	4,24	11276	375,9	89,4	80,7	2,69
Diciembre	25,19	17,10	20,54	29,00	10,60	309,7	288,3	21,1	127,8	4,12	11189	360,9	88,4	76,9	2,48
TOTAL	317,22	215,61	257,93	368,20	164,40	2641,6	1903,3	251,3	1675,9	55,28	154941	5090,4	1049,5	1151,5	37,85
PROMEDIO	26,43	17,97	21,50	30,68	13,74	220,1	158,6	20,9	139,7	4,60	12912	424,2	87,5	96,0	3,15

Observaciones en el período: Temperatura  
Precipitación  
Brillo solar

Estación Agrometeorológica Lat 9°53' N, Long. 83°38' O.  
Elevación: 602 msnm

1968-1985(18 años)  
1949-1985(37 años)  
1968-1985(18 años)

Radiación  
Humedad R.  
Evaporación

1968-1985(18 años)  
1968-1985(18 años)  
1968-1985(18 años)



terreno llano, con suelos predominantemente Litosoles, Latosoles ondulados y Latosoles disectados en declive.

La disponibilidad y calidad del forraje varía de acuerdo al sitio, suelo y especies forrajera de que se trate. Desde la fundación del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA) en 1945, hoy CATIE ha sido preocupación el mejoramiento de las praderas con especies naturales o naturalizadas, mediante el reemplazo de estas por especies mejoradas de mayor productividad. Al inicio de la explotación, los pastos más comunes en los potreros eran el pasto Guinea (Panicum maximum) y el pasto Pará (Panicum purpurascens). En algunas áreas se practicaba el pastoreo intensivo en potreros con pasto Pangola (Digitaria decumbens) que estaba siendo implantado (1954-1960). Además se contaban con áreas sembradas de pasto Elefante (Pennisetum purpureum) y pasto Imperial (Axonopus scoparius) que se utilizaban como pastos de corte para suministrarse picado ya fuera fresco o ensilado.

Con la introducción del pasto Estrella Africana (Cynodon nlemfuensis) en 1965 a casi la totalidad de los potreros destinados al hato lechero, se ha homogenizado la disponibilidad de forraje. En la actualidad, la gran mayoría de los potreros destinados para el ganado de lechería están sembrados con esta especie. Sin embargo, la presencia de pasto Amargo o Gamalote (Paspalum conjugatum) en algunos potreros, es considerable.

El sistema de manejo de las praderas consiste en un pastoreo rotacional. La fertilización está determinada por la unidad de producción asignada a cada área debido a que en la Estación Experimental de Producción Animal existen cuatro hatos lecheros Prototipo Intensivo, Prototipos Demostrativo, Lechería General y Doble Propósito, recibiendo, sus áreas asignadas, fertilizaciones aproximadas de 500, 150, 50 y 0 kg de nitrógeno por hectárea por año. La carga animal para las distintas unidades es de 6,8, 3,9, 2,0 y 3,0 unidades animal/hectárea, respectivamente, para los hatos antes mencionados\*.

### 3.1.2 Descripción del hato.

Los principales trabajos realizados con el ganado lechero han sido dirigidos hacia la selección del ganado Criollo Lechero Centroamericano para incrementar su producción láctea. Por este motivo se buscó la formación de un núcleo puro de animales Criollo mediante la importación de animales provenientes principalmente de Rivas, Nicaragua y Choluteca, Honduras a partir de 1974. Más detalles sobre la integración y desarrollo del hato Criollo en Turrialba han sido descrito por De Alba (1985a).

Los grupos raciales o razas que se han utilizado en los programas de cruzamiento establecidos en la Estación Experimental han variado a través del tiempo. Para el

---

\*Comunicación personal Julio Marschall, Finca Experimental.

inicio de la lechería se contaron con animales de la raza Jersey provenientes de una donación de ganaderos de los Estados Unidos así como de animales de la misma raza y Cebú (Red Sindhi, Maizol y Sahiwal) comprados localmente.

Los principales programas de ese entonces (1951) estaban encaminados a incrementar el hato Criollo, así como a estudiar el comportamiento de las retrocruzas Criollo-Jersey que en la actualidad siguen. Los animales Jersey y sus cruces con ganado Cebú se mantuvieron en un número reducido en el hato hasta el año 1963. Las vacas Cebú fueron servidas con semen importado de toros Pardo Suizo, continuando un cruzamiento absorbente hacia esta raza hasta principios del año 1966 cuando todos estos animales fueron eliminados del hato (Maltos, 1968).

A principios de 1968 se inicia el uso de semen importado de toros Ayrshire sobre vacas  $F_1$  Criollo x Jersey, así como el uso de semen importado de toros Rojos Danés sobre vacas  $F_1$  para continuar con cruzamientos alternos entre las tres razas en ambos grupos. En el año 1970, se introdujo el uso muy limitado de semen de toros Holstein Rojo los cuales fueron principalmente usados sobre vacas Criollo puras.

Posteriormente, en el año 1973, se incluyó en el hato un grupo de vacas y toros de la raza Durham. Los toros fueron usados sobre las vacas de todos los grupos raciales

existentes en el hato lecheor, con una tendencia a absorber todo el hato hacia la raza Durham.

En mayo de 1982, el programa de cruzamiento anterior fue cancelado y surgió nuevamente la idea de formar un hato Criollo puro y un hato Jersey puro. Para este fin, se importó semen de toros Criollo Lechero Centroamericano (sangre de Criollos originarios de Rivas) provenientes de un hato de Tampico, México. Se buscaba reconstruir el hato criollo tomando como base los animales que poseían mayor proporción de genes Criollo, realizando para ellos cruzamientos absorbentes hacia este genotipo. Existe la presencia de registros de animales con genes de la raza Guernsey y Romo Sinuano, aunque por el número reducido no son factibles de considerarlos como genotipos importantes a comparar.

### 3.1.3 Manejo de los animales.

El manejo que se les da a las terneras recién nacidas consiste en un período de encalostado que dura de 3 a 5 días. Recibiendo una cantidad de calostro que representa el 10% de su peso vivo, suministrado en forma artificial (chupón) en dos tomas al día. En esta etapa, los animales son pesados e identificados mediante un número tatuado en la oreja, así como descornados con una pasta caústica.

Después de este período (período de consumo del calostro) pasan a jaulas individuales elevadas con piso de madera (rejilla) donde permanecen hasta los dos meses de edad. La dieta que reciben consiste en leche entera (10% de su peso vivo) y concentrado con 18% de proteína cruda (Cuadro 2) ad libitum, complementándose con acceso a praderas durante 6 hrs al día. El destete se realiza a los 2 meses de edad, pero las terneras siguen en observación durante 10 ó 15 días en corrales comunales (para varias terneras) con piso de cemento. La alimentación está basada en el consumo de concentrado (18% PC) ad libitum, pasto picado en el comedero (King Grass) y acceso a praderas por 6 hrs al día.

Después de 75 - 80 días, los animales pasan al grupo que permanece todo el día en la pradera. Las terneras se mantienen hasta que alcanzan 135 kg de peso vivo cuando llegan alrededor de 6 meses de edad. Durante este período este grupo recibe suplementación de concentrado (Cuadro 2), además del pastoreo a razón de aproximadamente 1,5 kg/cabeza/día.

Cuadro 2. Composición del concentrado para terneras.

Ingredientes	% en base fresca	% de proteína aportado
Harina de soya	27,0	10,8
Maíz	72,0	7,2
Minerales	1,0	0,0
TOTAL	100,0	18,0

Una vez que las terneras alcanzan el peso de 135 kg, pasan al grupo de pastoreo exclusivo y suplementación solo con sales y minerales (50% harina de hueso y 50% de sal común) ad libitum. Durante esta etapa, las terneras son identificadas por marcación con hierro candente. Alcanzando los 260 kg de peso vivo, las novillas pasan al grupo de inseminación para que sean servidas en el momento que muestran celo alrededor de 1,5 a 2,0 años de edad. En el grupo de inseminación, los animales siguen en condiciones de pastoreo exclusivo y con suplementación de sales.

Las novillas diagnosticadas como preñadas (por palpación rectal a los 2 meses de inseminadas) son transferidas al grupo de vacas secas, donde continúan hasta que están próximas a parir.

Las terneras son vacunadas al nacimiento contra Neumoenteritis y después a los 5 meses de edad contra Carbón Sintomático y Edema Maligno, haciendo una revacunación tres meses después.

En resumen el manejo que recibían los animales anteriormente y hasta el año de 1982 inclusive consistía en:

- a. Fase de encalostrado 3 a 5 días.
- b. Estancia en corrales comunales en piso de cemento recibiendo el 10% de su peso vivo de leche entera durante 14 semanas y concentrado ad libitum.

- c. Después del destete y hasta que alcanzaban 120 kg de peso vivo se mantenían en condiciones de estabulación completa en corrales con piso de cemento. La dieta consistía en pasto picado (Elefante o Imperial) y concentrado ad libitum. Durante esta etapa se hacía un ensayo de inmunización contra el ataque de parásitos externos e internos, mediante el manejo de colocar a las terneras por 5 días consecutivos en la pradera.
- d. Al alcanzar 120 kg, las terneras pasaban al grupo de aquellas que estaban en condiciones de pastoreo exclusivo, siendo el manejo subsecuente similar al que reciben en la actualidad.

### 3.2 Descripción de los datos.

Se utilizaron los registros de reproducción del hato lechero de la Estación Experimental del Departamento de Producción Animal, considerando un período de 31 años (1954-1984 inclusive). Los animales bajo estudio fueron todas las hembras nacidas en este período, codificándose 2.228 partos.

### 3.2.1 Archivo de ganado en producción.

Se cuenta con un archivo generado a partir de los registros de producción de todos y cada uno de los animales del hato lechero. Los datos codificados son:

- Identificación de la vaca
- Raza
- Número de identificación del padre
- Causa de desecho
- Fecha de nacimiento (día, mes, año)
- Fecha parto de la vaca
- Producción corregida a 305 días
- Producción corregida a 305 días, 4% de grasa
- Producción total
- Peso de la vaca al parto
- Porcentaje de grasa
- Días de ordeño
- Clave del origen de la lactancia
- Edad al parto
- Número de parto



Se hace mención de este archivo ya que estos datos almacenados en él serán utilizados para completar el archivo generado para el análisis de la sobrevivencia.

### 3.2.2 Archivo de animales para el estudio.

Los datos de sobrevivencia de terneras contempla las pérdidas al nacimiento y las pérdidas sufridas desde el nacimiento hasta el primer parto en las terneras de reemplazo. El formato de codificación de esta información se presenta en el Cuadro 1A. La clasificación para describir el código asignado a las distintas razas y grupos raciales usadas en la Estación Experimental están indicadas en el Cuadro 3.

Este agrupamiento se consideró necesario con el fin de reducir la diversidad de grupos raciales que existen en la finca ganadera y obtener una mayor información al agrupar animales que tenía una mayor proporción de genes de un determinado genotipo, asignándoles la característica de sobrevivencia al grupo racial que mayor proporción de genes aportaba al animal. En este cuadro se puede observar la designación de un grupo racial como "otras", pero corresponde a los animales que tenían una mezcla de genotipos poco estudiados. Tales genotipos son Cebú, Guernsey, Romo Sinuano, Sindhi y Holstein Rojo. En la

Cuadro 3. Clasificación y agrupamiento de razas y grupos raciales usados en la Estación Experimental, durante el período de 1954-1984 y su asignación del número de código.

Raza o grupo racial	Código	N*
Criollo Lechero Centroamericano (C)	1	731
Jersey (J)	2	300
1/2 C - 1/2 J (F <sub>1</sub> )	3	163
3/4 C - 1/2 J	4	73
1/2 J / 1/2 C (F <sub>1</sub> )	5	160
3/4 J - 1/4 C	6	79
C x otras (no incluye J)	7	140
J x otras (no incluye C)	8	115
Pardo Suizo x Cebú	9	98
Durham x otras	10	103
Ayshire x F <sub>1</sub>	11	228
Rojo Danés x F <sub>1</sub>	12	38

\*Número de registros originales

Figura 1 es posible observar los años en que se utilizaron varios genotipos.

Las causas de defunción fueron clasificadas y agrupadas según su origen y su descripción está detallada en el Cuadro 2A.

### 3.2.3 Archivo definitivo para análisis de tasas de sobrevivencia.

Con el cruzamiento de los archivos mencionados en apartado 3.2.1 y 3.2.2 se generó el archivo que contiene la información requerida para cada animal considerado en el presente estudio. El formato que describe la información almacenada en este archivo se detalla en el Cuadro 3A.

En este archivo se concentró toda la información disponible que se tiene en los registros de la finca experimental del CATIE. En primera instancia se generaron varias variables, haciendo una primera división de las etapas en que pueden ocurrir las pérdidas de terneras desde que son diagnosticadas preñadas las vacas, hasta que sus terneras murieron o dieron origen a un primer parto o aborto.

Ya que la gran mayoría de la literatura no define de una misma manera las etapas en que se divide el desarrollo de las terneras, se procedió, para este estudio,

GRUPOS RACIALES

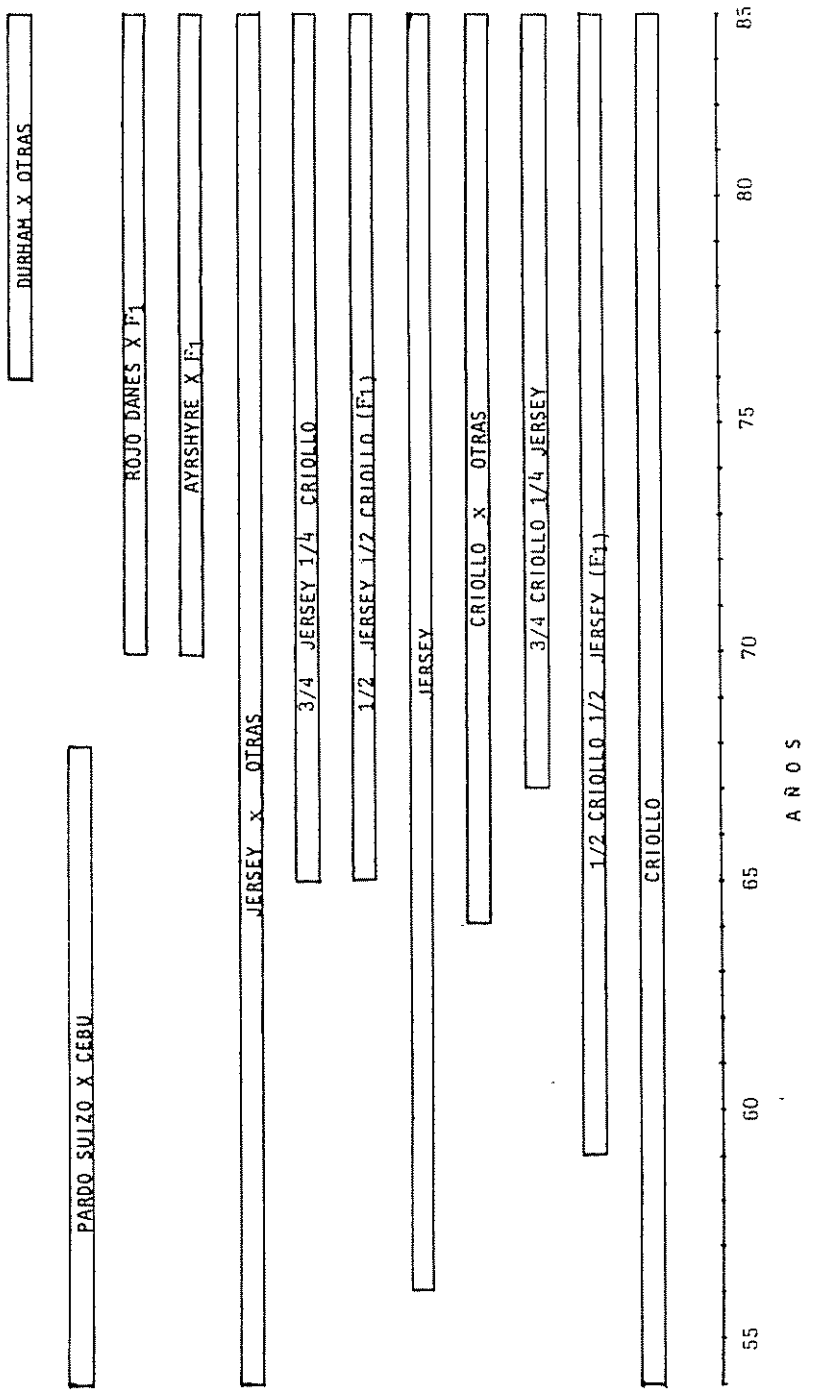


Figura 1. Distribución de los grupos raciales que se han estudiado en la Estación Experimental del CATIE, durante los años de 1954 a 1984.

a dividir en cinco etapas el crecimiento de las terneras de la finca ganadera tratando de abarcar todas las situaciones donde existía una mayor predisposición para la pérdida de las terneras en relación al manejo antes descrito. Estas fueron pérdidas al nacimiento (incluyendo abortos) (SNA), sobrevivencia a 2 meses de edad (S2M), sobrevivencia a 6 meses de edad (S6M), sobrevivencia a 12 meses de edad (S12M) y sobrevivencia a primer parto o aborto (SPP).

Cabe mencionar que todas las terneras que salieron de la explotación fueron cuantificadas como bajas en la sobrevivencia aún cuando en algunos casos éstas fueron vendidas para reproducción, y debido a que, por su edad, no se podían reportar como que dieron origen a un parto. También se contemplan como pérdidas todos aquellos animales de reemplazo que están en su etapa de crecimiento hasta el 30 de diciembre de 1984; que fue la fecha máxima del estudio. La gran mayoría de estos animales continúan en la Estación Experimental. Las novillas que no quedaron preñadas después de 4 servicios en promedio, y que fueron vendidas para carnicería, fueron cuantificadas como pérdidas en sobrevivencia por no haber dado origen a un primer parto aún cuando físicamente estaban aptas.

La distribución de los datos se puede observar en el Cuadro 4A. Aunque el estudio comprende un período de 31 años hubo necesidad de agrupar los años de parto 1954,

1955, 1956 y 1957 en el año de 1958 debido a que los primeros contaban con pocas observaciones (Cuadro 5A).

Las etapas S2M, S6M y S12M, el año de 1984 no fue considerado en el análisis de sobrevivencia, por que la gran mayoría de los animales se desecharon por falta de edad para dar origen a un primer parto. Otra restricción de este tipo se aplicó al estudio de SPP donde hubo necesidad de eliminar los años de 1984, 1983 y 1982 por la misma causa antes mencionada. Por lo tanto quedaron períodos de 27 años para el estudio de SNA, 26 años para S2M, S6M y S12M y de 24 años para SPP.

La edad de la vaca al parto comprendió de 2 años hasta 13 años de edad aunque en esta última también se consideran las edades 14, 15, 16 y 17 años por contar con pocas observaciones (Cuadro 6A). Todas las características de sobrevivencia de terneras fueron consideradas como características de la hembra o madre.

### 3.3 Análisis estadístico.

Las etapas SNA, S2M, S6M, S12M y SPP fueron analizadas utilizando los procedimientos de Análisis de Mínimos Cuadrados y Máxima Verosimilitud descrito por Harvey (1977). Para esto fue necesario emplear tres tipos de modelos como a continuación se describen:

1. Modelo 1; se utilizó para determinar la sobrevivencia en las diferentes edades referente a los grupos raciales.

$$Y_{ijkl} = \mu + GR_i + A_j + E_k + \beta_1 PPV + \beta_2 PNC + \epsilon_{ijkl}$$

donde:

$Y_{ijkl}$  = es la l-ésima observación de sobrevivencia correspondiente al i-ésimo grupo racial, en el j-ésimo año de parto y en la k-esima edad de parto.

$\mu$  = media general que correspondería si todos tuvieran el mismo número de observaciones.

$GR_i$  = efecto fijo del i-ésimo grupo racial de la vaca como madre;  $i = 1, 2, \dots, 12$ .

$A_j$  = efecto fijo de la k-ésima edad de la vaca al parto en años;  $k = 2, 3, \dots, 13$ .

$\beta_1 PPV$  = coeficiente de regresión asociado con el peso de la vaca al parto.

$\beta_2 PNC$  = coeficiente de regresión asociado con el peso de la cría al nacimiento.

$\epsilon_{ijkl}$  = error aleatorio asociado a cada una de las observaciones.

Las covariables PPV y PNC no fueron consideradas en el modelo para (SNA), por haberse incluido en esta el aborto. Así mismo la interacción entre año y grupo racial no fue incluida por que existían diferentes genotipos en los distintos años (Figura 1).

El objetivo de este modelo es de caracterizar cada grupo racial de vacas en cuanto a su capacidad de determinar la sobrevivencia de las terneras en las distintas edades estudiadas.

2. Modelo 2; se utilizó para estimar el componente de varianza entre vacas y el error.

$$Y_{ijkl} = \mu + V_i + A_j + E_k + \beta_1 \text{PPV} + \beta_2 \text{PNC} + \epsilon_{ijkl}$$

donde:

$$V_i = \text{efecto aleatorio de la } i\text{-ésima vaca} = N(0, \sigma^2)$$

$Y_{ijkl}$ ,  $\mu$ ,  $A_j$ ,  $E_k$ ,  $\beta_1 \text{PPV}$ ,  $\beta_2 \text{PNC}$  y  $\epsilon_{ijkl}$  significan igual que el Modelo 1.

Como este modelo supone que los datos presentan una distribución normal se procedió a analizarlos bajo las condiciones que ha discutido Harvey (1982).



El análisis de varianza correspondiente al Modelo 2 es el siguiente:

Fuente de variación	g.l.	CM	E (CM)
Vacas	v-1	$CM_V$	$\sigma_e^2 + K \sigma_V^2$
Año de parto	a-1	$CM_A$	sin relevancia por ser
Edad de la vaca al parto	e-1	$CM_E$	efectos fi-
Peso de la vaca al parto	1	$CM_{PVP}$	jos
Peso de la cría al nacimiento	1	$CM_{PNC}$	
Error		$CM_e$	$\sigma_e^2$

Este modelo además de servir para estimar los componentes de varianza entre vacas también se utilizó para calcular el error sintetizado, el cual supone que hay independencia entre vacas, padres y el error aleatorio.

La varianza total se encuentra dada por la varianza entre vacas, padres y el error sintetizado.

El componente de varianza resultante de la variación entre vacas se utilizará para calcular el índice de repetibilidad.

Como en el Modelo 1, las covariables PPV y PNC no fueron consideradas en el modelo para la sobrevivencia al nacimiento

3. Modelo 3; se utilizó para determinar el componente de varianza de padres dentro de grupo racial y el error.

$$Y_{ijklm} = \mu + GR_i + P_{j(i)} + A_k + E_l + \beta_1 PPV + \beta_2 PNC + \epsilon_{ijklm}$$

donde:

$P_{j(i)}$  = efecto aleatorio del j-ésimo padre dentro del i-ésimo grupo racial.

$Y_{ijklm}$ ,  $\mu$ ,  $GR_i$ ,  $A_k$ ,  $E_l$ ,  $\beta_1 PPV$ ,  $\beta_2 PNC$  y  $\epsilon_{ijklm}$  significan lo mismo que en el Modelo 1.

El análisis de varianza correspondiente a este modelo es:

Fuente de variación	g.l.	CM	E (CM)
Grupo racial	gr-1	$CM_{GR}$	
Padre/grupo racial	$\Sigma(p-1)$	$CM_P$	$\sigma_e^2 + K \sigma_p^2$
Año de parto	a-1	$CM_A$	Sin relevancia
Peso de la vaca al parto	1	$CM_{PPV}$	por ser efec-
Peso de la cria al nacimiento	1	$CM_{PNC}$	tos fijos
Error		$CM_e$	$\sigma_e^2$

Utilizando los componentes de varianzas de vacas y padres estimados a través de los Modelo 2 y 3, se estimaron índices de herencia ( $h^2$ ) y de constancia ( $r$ ), respectivamente, para cada característica (SNA, S2M, S6M, S12M y SPP).

El  $h^2$  fue calculado en la siguiente forma:

$$h^2 = 4 \sigma_P^2 / \sigma_{TOT}^2 \quad \dots \text{ (Becker, 1975)}$$

donde:

$$\sigma_P^2 = (CM_P - CM_e) / K = 1/4 V \text{ (genética aditiva)}$$

$$\sigma_{TOT}^2 = \sigma_P^2 + \sigma_V^2 + \sigma_E^2$$

$$\sigma_E^2 = (SC_{e2} - SC_{P3}) / (GL_{e2} - GL_{P3})$$

donde:

$SC_{e2}$  = suma de cuadrados del error en el Modelo 2

$SC_{P3}$  = suma de cuadrados de padres dentro de grupo racial en el Modelo 3

$GL_{e2}$  = grados de libertad del error en el Modelo 2

$GL_{P3}$  = grados de libertad de padres dentro de grupo racial en el Modelo 3

El error estándar de  $h^2$  fue estimado con la fórmula:

$$\sigma_h^2 = 4 \{ [2(1-t)^2(1+\langle K-1 \rangle t)^2] / [K(K-1)(S-1)] \}$$

donde:

$$t = \frac{1}{4} h^2$$

K = número de observaciones por padre

S = número de padres.

Y el r fue calculado en la siguiente forma:

$$r = \sigma^2_V / \sigma^2_{TOT} \quad \dots(\text{Becker, 1975})$$

donde:

$$\sigma^2_V = (CM_V - CM_e) / K$$

$CM_V$  = cuadrado medio de vacas

$CM_e$  = cuadrado medio de error

K = número de observaciones por vaca

Y su error estándar ( $\sigma_r$ ) fue estimado mediante la fórmula:

$$\sigma_r = \{[1-r] [1+(K-1)r]\} / \{\frac{1}{2}K (K-1) (N-1)\}^{\frac{1}{2}}$$

donde:

$\sigma_r$  = error estándar de r,

K = número de registros por vaca,

N = número de registros totales para el estudio

### 3.3.1 Ajuste de la heredabilidad en escala binomial a normal.

Los modelos anteriormente señalados para la estimación de  $h^2$  suponen que los datos tienen una distribución normal lo cual no se da en los caracteres con que se trabajó en este estudio. Estos más bien fueron categóricos (vivo = 1 y muerto = 0) presentándose una distribución binomial. Bajo estas condiciones Harvey (1982) ha discutido la posibilidad de analizarlos como que fueran distribuidos normalmente y después realizar transformaciones a los parámetros genéticos (en este caso  $h^2$ ) estimados. Las  $h^2$  estimadas en la escala binomial ( $h^2_B$ ) pueden transformarse a una escala normal ( $h^2_N$ ) utilizando la fórmula propuesta por Lush et al. (1948) y Van Vleck (1972). Esta es:

$$h^2_N = h^2_B \{ (P [1 - P]) / Z^2 \}$$

donde:

$h^2_N$  = heredabilidad en la escala normal,

$h^2_B$  = heredabilidad en la escala binomial,

P = frecuencia de sobrevivencia en una edad determinada.

Z = altura de la ordenada en la distribución normal en el punto de truncamiento determinado por el punto P.

Un ejemplo de esta transformación se puede observar en la Figura 1A.

### 3.3.2 Análisis de endogamia (consanguinidad).

Entre los grupos raciales que se estudiaron, se incluyó el Criollo Lechero Centroamericano que existe en la finca desde 1948. Por lo que, considerando el tamaño de este hato, se hizo un análisis para ver si existía un nivel de consanguinidad utilizando el "Procedimiento de consanguinidad" descrito por Barr (1983) el cual computa la covarianza y el coeficiente de consanguinidad de acuerdo a las siguientes reglas:

$$\text{Cov (AB)} = [\text{Cov (AC)} + \text{Cov (AD)}] / 2$$

(covarianza entre dos animales)

$$\text{Cov (BB)} = 1 + \text{Cov (CD)} / 2$$

(covarianza de un animal con el mismo)

donde:

A, B, C y D son individuos emparentados

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 Sobrevivencia al nacimiento.

Análisis de mínimos cuadrados fue realizado para estudiar los posibles efectos del grupo racial de la madre, año de parto y edad de la vaca (Modelo 1) sobre la sobrevivencia de terneras al nacimiento (SNA). El efecto de grupo racial fue considerado como variable genética mientras que los efectos de año de parto y edad al parto se asumieron como variables ambientales.

En este análisis, el porcentaje de pérdidas al nacimiento fue de 5,34%, siendo la media de mínimos cuadrados y su error estándar para sobrevivencia de  $0,95 \pm 0,01$  (Cuadro 4). Las pérdidas al nacimiento encontradas en estudio están dentro del ámbito de 1,9% al 18,0%, reportado por Vaccaro (1974) en su recopilación de información sobre mortalidad y descarte de ganado europeo y sus cruces en América Latina.

Las proporciones pérdidas al nacimiento encontradas en el presente trabajo son intermedias a las reportadas para otros núcleos de ganado explotados en el trópico. Carneiro y Lush (1954) reportan una presentación de abortos en ganado Pardo Suizo de 8,68%; sin embargo, en otro estudio, la tasa

Cuadro 4. Medias de mínimos cuadrados y su error estándar para sobrevivencia de terneras.

Edad	N	$\bar{X}$
Sobrevivencia al nacimiento	2124	0,95 ± 0,01
Sobrevivencia a 2 meses	1638	0,88 ± 0,01
Sobrevivencia a 6 meses	1603	0,93 ± 0,01
Sobrevivencia a 12 meses	1476	0,89 ± 0,02
Sobrevivencia a primer parto	1250	0,83 ± 0,02



reportada para esta misma raza fue 6,28% (Carneiro et al., 1957). Joviano et al. (1963) en Brasil encontraron que la media de porcentaje de abortos fue de 2,1% que es inferior a la media encontrada para este estudio. Similares resultados reportan Soares y Campanarut (1965) y Sharma y Jain (1984).

Los resultados encontrados en este estudio son similares a los encontrados en zonas templadas por Ormiston (1949), Davis (1950) y Hollon y Branton (1973) principalmente en ganado lechero (Holstein, Jersey, Ayrshire y Pardo Suizo).

#### 4.1.1 Efectos ambientales.

En el Cuadro 5 se presenta el análisis de varianzas de mínimos cuadrados para SNA (Modelo 1). En este cuadro se puede observar que hay efectos significativos de años de parto ( $P < 0,05$ ) y de la edad de la vaca al parto ( $P < 0,01$ ) sin embargo el grupo racial no tuvo un efecto significativo. El efecto importante de año sobre SNA que se encontró en el presente estudio puede ser por diferencias en manejo, pasturas, sanidad o climas que se han dado durante los años considerados en este estudio. Las medias de mínimos cuadrados y su error estándar para SNA de acuerdo al año de parto se presentan en el Cuadro 6. En este cuadro se puede observar que la mayor sobrevivencia corresponde al año 1973 con  $1,01 \pm 0,02$  mientras que la peor SNA ocurrió en

Cuadro 5. Análisis de varianza de mínimos cuadrados para sobrevivencia de terneras en varias edades (Modelo 1).

Fuente de variación	SNA		S2M		S6M		S12M		SPP	
	g.l.	CM	g.l.	CM	g.l.	CM	g.l.	CM	g.l.	CM
Grupo racial	11	0,03	11	0,09	11	0,11	11	0,35 **	11	0,32 **
Año de parto	26	0,09 *	25	0,26 **	25	0,41 **	25	0,18 **	23	0,48 **
Edad de la vaca al parto	11	0,19 **	11	0,14	11	0,09	11	0,11	11	0,24 *
Peso de la vaca al parto	a		1	0,04	1	0,19	1	0,02	1	0,64 *
Peso de la cría al nacimiento	a		1	0,98 **	1	0,18	1	0,06	1	0,03
Error	2075	0,05	1588	0,09	1553	0,07	1426	0,09	1202	0,12

a No fue estudiado por falta de información para esta variable.

NS No significativo

\* (P < 0,05)

\*\* (P < 0,01)

Cuadro 6. Medias de mínimos cuadrados y su error estándar para sobrevivencia de terneras en varias edades de acuerdo a año de parto.

Año	SNA		S2M		S6M		S12M		SPP	
	N	$\bar{X}$	N	$\bar{X}$	N	$\bar{X}$	N	$\bar{X}$	N	$\bar{X}$
1958	100	0,93 + ,03	32	0,99 + ,06	35	0,99 + ,05	33	0,99 + ,06	33	0,94 + ,07
1959	55	0,99 + ,03	41	0,96 + ,05	48	1,01 + ,04	46	0,94 + ,05	44	0,94 + ,06
1960	60	0,95 + ,03	43	0,89 + ,05	46	0,96 + ,04	42	0,96 + ,05	41	0,63 + ,06
1961	60	0,97 + ,03	49	0,86 + ,05	49	1,04 + ,04	49	0,95 + ,05	47	1,04 + ,06
1962	62	0,94 + ,03	53	0,81 + ,05	48	0,89 + ,04	41	0,94 + ,05	39	0,89 + ,06
1963	64	0,95 + ,03	57	0,89 + ,05	56	0,98 + ,04	52	0,93 + ,05	49	0,76 + ,06
1964	76	0,91 + ,03	64	0,90 + ,04	64	1,04 + ,04	64	1,00 + ,04	64	0,96 + ,05
1965	84	0,97 + ,03	78	0,91 + ,04	75	1,00 + ,03	73	0,96 + ,04	70	0,83 + ,05
1966	97	0,98 + ,02	87	0,85 + ,04	82	1,01 + ,03	81	0,98 + ,04	79	0,81 + ,05
1967	113	0,95 + ,02	90	0,91 + ,04	98	0,98 + ,03	93	0,84 + ,04	77	0,87 + ,05
1968	69	0,96 + ,03	52	0,81 + ,05	49	0,99 + ,04	48	0,99 + ,05	48	0,96 + ,06
1969	103	0,96 + ,02	89	0,99 + ,04	97	0,99 + ,03	95	0,94 + ,04	90	0,90 + ,05
1970	88	0,93 + ,03	68	0,88 + ,04	67	1,01 + ,04	67	0,91 + ,04	62	0,92 + ,05
1971	97	0,98 + ,02	87	0,96 + ,04	89	0,98 + ,03	89	0,88 + ,04	80	0,87 + ,04
1972	98	0,95 + ,02	81	0,88 + ,04	75	0,91 + ,03	69	0,85 + ,04	59	0,68 + ,05
1973	94	1,01 + ,02	80	0,90 + ,04	77	0,68 + ,03	54	0,74 + ,04	40	0,87 + ,06
1974	102	0,97 + ,02	87	0,74 + ,04	69	0,85 + ,03	59	0,84 + ,04	50	0,87 + ,05
1975	73	0,95 + ,03	63	0,83 + ,04	54	0,88 + ,04	49	0,83 + ,05	41	0,83 + ,06
1976	53	0,89 + ,03	45	0,90 + ,05	42	0,97 + ,04	41	0,84 + ,05	34	0,62 + ,06
1977	84	0,98 + ,02	80	0,91 + ,04	77	0,78 + ,03	61	0,80 + ,04	49	0,77 + ,05
1978	75	0,94 + ,03	64	0,84 + ,04	59	0,85 + ,04	50	0,86 + ,04	43	0,73 + ,06
1979	82	0,97 + ,03	70	0,87 + ,04	67	0,90 + ,03	61	0,85 + ,04	52	0,78 + ,05
1980	61	0,96 + ,03	52	0,75 + ,04	42	0,88 + ,04	37	0,79 + ,05	29	0,56 + ,07
1981	70	0,90 + ,03	60	0,75 + ,04	47	0,81 + ,04	38	0,81 + ,05	30	0,61 + ,07
1982	46	0,88 + ,03	18	0,82 + ,07	28	0,77 + ,05	22	0,84 + ,07	a	
1983	85	0,85 + ,03	48	0,95 + ,05	63	1,00 + ,04	62	0,90 + ,04	a	
1984	73	0,91 + ,03	a		a		a		a	

a No se estudió

1983 con  $0,85 \pm 0,03$ . Efectos importantes de año, similares a lo encontrado en el presente estudio fueron reportados por varios autores (Carneiro y Lush, 1954; Madsen y Vinther, 1975; Sharma y Jain, 1984). Por ejemplo Carneiro y Lush (1954) reportan que no se observó una tendencia clara en el comportamiento de sobrevivencia a través de los años de estudio, el cual se realizó bajo condiciones tropicales con uso intensivo de pastoreo. En similares condiciones estuvieron los animales considerados para este trabajo. En la Figura 2 se puede observar la distribución de la sobrevivencia a través de los años de estudio. En el Cuadro 1 se aprecia las constantes climáticas para varios años de estudio dando idea de que estas no sufren cambios significativos a través de los años lo que da idea de que el efecto importante de año encontrado en este estudio se debe asociar principalmente a cambios en sistemas de manejo y administración. Hay que enfatizar que el efecto del año de parto es netamente ambiental, aunque también puede ser fenotípico (por incluir cambios genéticos y ambientales) cuantificado por el coeficiente de regresión lineal de 0,007 para años. Si las posibles fuentes de variabilidad ambiental (sistema de manejo, alimentación y sanidad) se mantienen constantes es posible que el efecto de año de parto no sea importante (Joviano et al., 1963; Prabhu y Chatterjee, 1970).

En cuanto al efecto de edad de la vaca al parto también fue importante ( $P < 0,01$ ) como se puede apreciar en

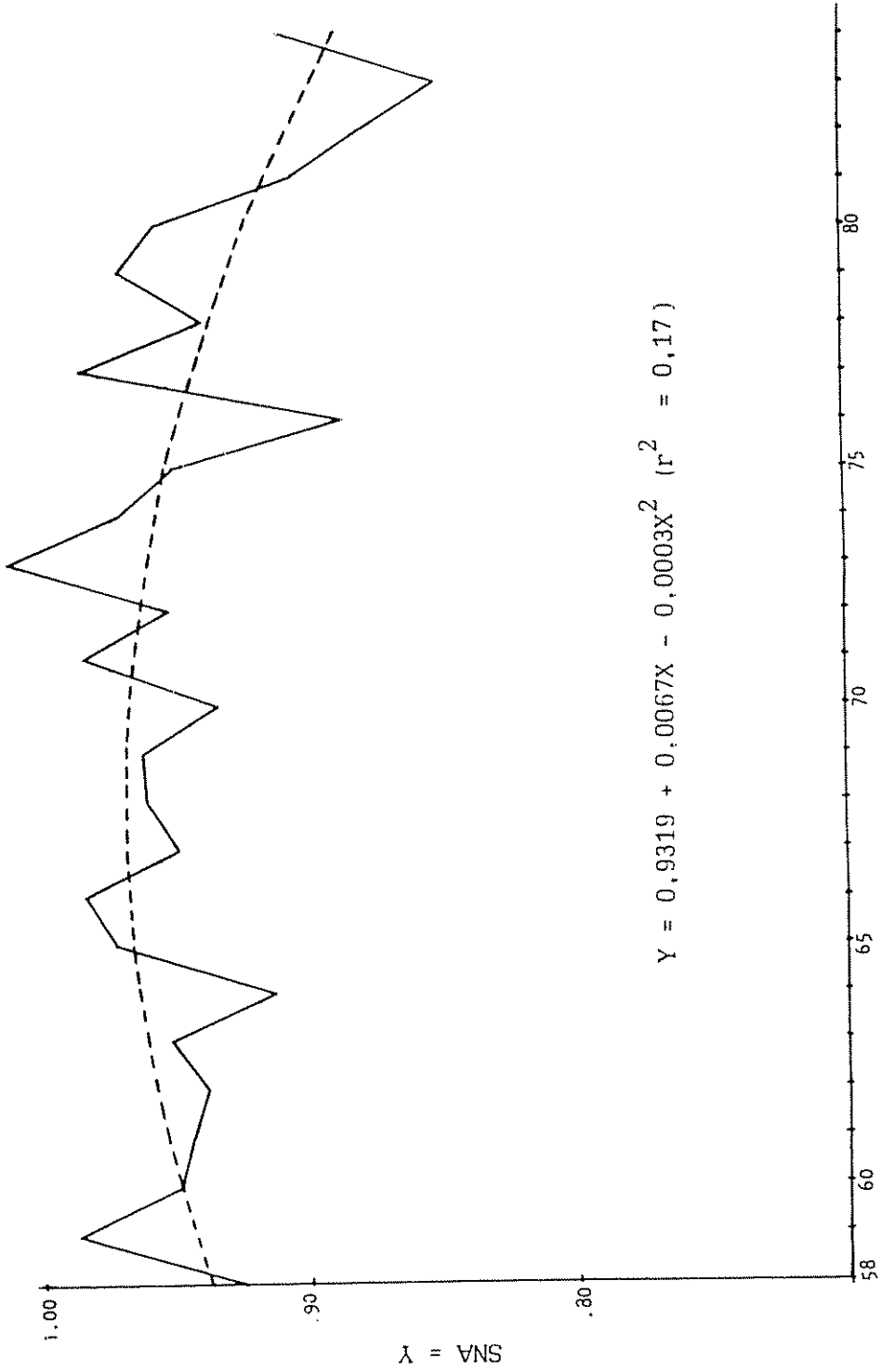


Figura 2. Sobrevivencia de terneras al nacimiento por año de parto.

Cuadro 5. En el Cuadro 7 se presentan las medias de cuadrados mínimos con sus respectivos errores estándares para SNA por edad de la vaca al parto. En este cuadro se puede observar que SNA tendía a aumentar a medida que aumentaba la edad de la vaca hasta llegar al 100%. El máximo nivel de SNA se logró cuando las vacas tenían alrededor de 11 años de edad, a partir de la cual tiende a disminuir aunque la tendencia fue cuadrática (Figura 3). Las vacas que tuvieron mayor pérdida al nacimiento fueron las de 2 años con 18,48%, esto puede sugerir que estas vacas aún no han alcanzado su máximo desarrollo en su capacidad uterina, el cual es un componente de la influencia materna prenatal. Por lo que se puede deducir que la influencia materna determina SNA de las terneras.

Observaciones similares a las encontradas en el presente estudio se han reportado en algunos trabajos (Donald, 1963; Auran, 1972; Bar-Anan y Bowman, 1976; Mello, 1982). Bar-Anan y Bowman (1976) encontraron que la mortalidad prenatal en terneros nacidos de novillas fue dos veces más alta que con los nacidos de vacas multiparas (8,56% vs. 3,75%, respectivamente), esto lo asociaron a que las novillas tienen mayor presentación de partos difíciles al existir una incompatibilidad del tamaño del ternero con el canal pélvico. De la misma manera Mello (1982) reporta que los terneros nacidos de vacas de cuarto parto tienen mayor sobrevivencia, seguidos por los de 2, 1, 5, 3 y más de 6 partos.

Cuadro 7. Medias de mínimos cuadrados y sus errores estándares para sobrevivencia para sobrevivencia de terneras en varias edades de acuerdo a la edad de la vaca al parto en años.

Edad	SNA		S2M		S6M		S12M		SPP	
	N	$\bar{X}$	N	$\bar{X}$	N	$\bar{X}$	N	$\bar{X}$	N	$\bar{X}$
2	108	0,82 ± ,02	63	0,89 ± ,04	66	0,88 ± ,04	62	0,94 ± ,04	60	0,79 ± ,05
3	497	0,93 ± ,01	378	0,88 ± ,02	367	0,88 ± ,02	337	0,88 ± ,02	299	0,76 ± ,03
4	380	0,94 ± ,01	301	0,89 ± ,02	294	0,93 ± ,02	273	0,90 ± ,02	228	0,78 ± ,03
5	285	0,96 ± ,01	222	0,91 ± ,02	220	0,93 ± ,02	206	0,88 ± ,02	177	0,84 ± ,03
6	202	0,93 ± ,02	163	0,96 ± ,03	154	0,92 ± ,02	143	0,93 ± ,03	125	0,83 ± ,04
7	166	0,96 ± ,02	126	0,87 ± ,03	122	0,91 ± ,03	111	0,91 ± ,03	95	0,87 ± ,04
8	140	0,96 ± ,02	107	0,95 ± ,03	118	0,93 ± ,03	107	0,91 ± ,03	86	0,78 ± ,04
9	91	0,97 ± ,02	73	0,93 ± ,04	74	0,88 ± ,03	64	0,91 ± ,04	53	0,92 ± ,05
10	86	0,95 ± ,02	74	0,86 ± ,04	67	0,92 ± ,04	60	0,79 ± ,04	44	0,84 ± ,06
11	62	1,00 ± ,03	51	0,84 ± ,05	45	1,00 ± ,04	43	0,83 ± ,04	32	0,92 ± ,07
12	45	0,98 ± ,03	37	0,83 ± ,05	35	0,97 ± ,05	32	0,87 ± ,06	23	0,93 ± ,08
13	62	0,96 ± ,03	43	0,81 ± ,05	41	1,00 ± ,05	38	0,92 ± ,05	28	0,67 ± ,08

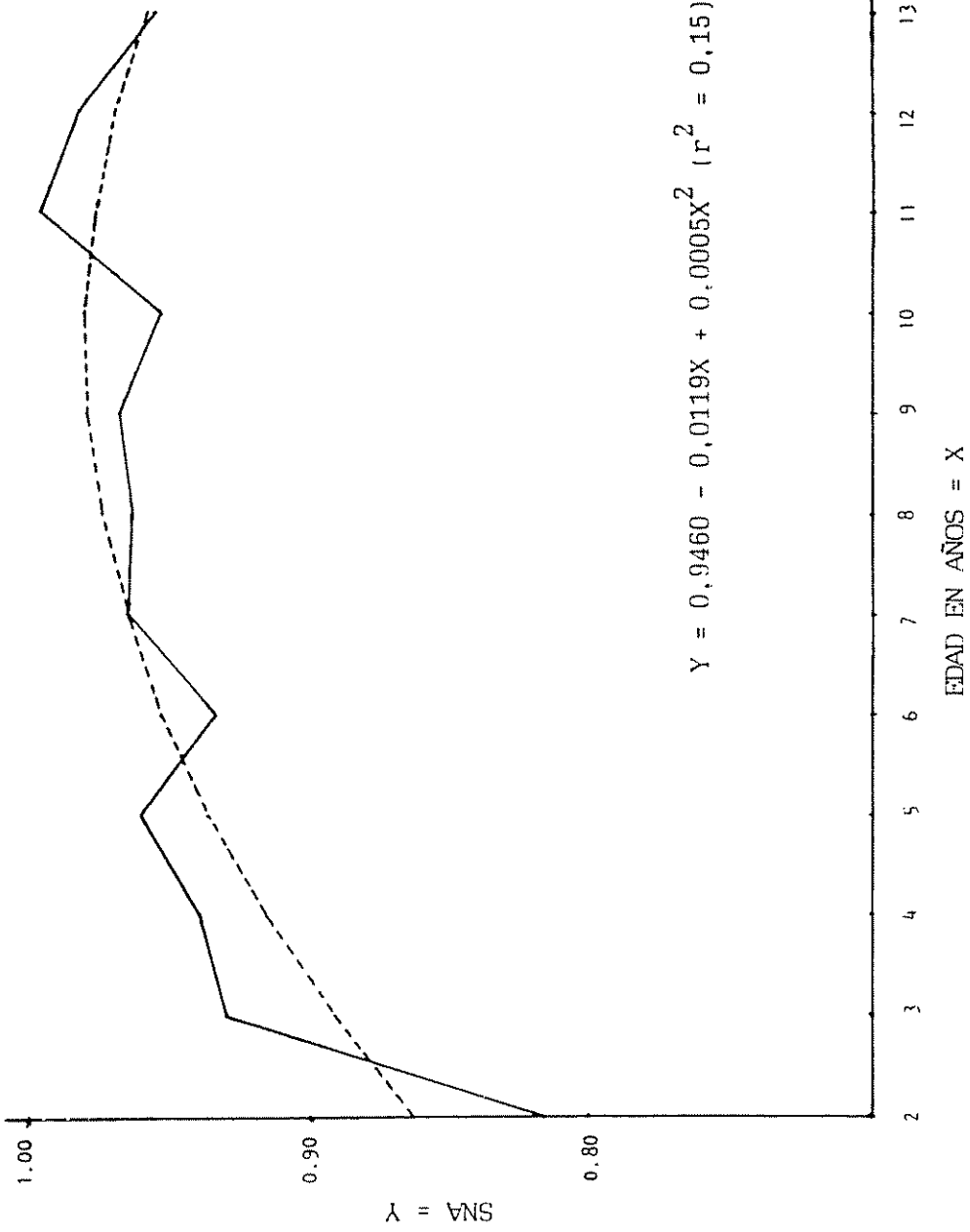


Figura 3. Sobrevivencia de terneras al nacimiento por edad de la vaca.



En climas templados también se observa la tendencia de que vaquillas de primer parto producen mayor número de abortos y terneros muertos al momento del parto (Donald, 1963, Auran (1972) encontró que la frecuencia de terneros muertos en novillas de primer parto es de cerca del 50% más alta que la observada en vacas viejas. Otros estudios también están de acuerdo en que la mayor presentación de abortos corresponde a vaquillas en primera gestación, pero estando asociado a la raza y sitio de explotación (Hollon y Branton, 1975; Greene, 1978). Sin embargo, algunos estudios reportan que no existe efecto significativo de la edad de la madre sobre la mortalidad del ternero (Laster y Gregory, 1974; Madsen y Vinther, 1975), lo cual no concuerda con los resultados obtenidos de este estudio.

#### 4.1.2 Efectos genéticos.

Los efectos genéticos considerados en el presente estudio incluyen los efectos de grupo racial. Criollo Lechero Centroamericano (C), Jersey (J),  $1/2 C - 1/2 J$  ( $F_1$ ),  $1/2 J - 1/2 C$  ( $F_1$ ),  $3/4 C - 1/4 J$ ,  $3/4 J - 1/4 C$ , C x otras, J x otras, Pardo Suizo x Cebù (PSC), Durham x otras (DUO), Ayrshire x  $F_1$  ( $AF_1$ ) y Rojo Danés x  $F_1$  ( $RDF_1$ ), efectos de sementales dentro de cada grupo racial y vacas, sobre SNA estudiadas en cada uno de los tres modelos.

La influencia de grupo racial no fue importante fuente de variabilidad para SNA (Cuadro 5), sin embargo en

el Cuadro 8 se puede observar que las vacas  $3/4 C - 1/4 J$  tuvieron mayor SNA (98,0%) que las vacas  $RDF_1$  (90,0%). De cualquier manera la falta de influencia de grupo racial sobre SNA puede deberse al hecho de que todos los genotipos fueron manejados igual en la finca experimental del CATIE. Los resultados aquí encontrados son contrarios a los reportados por Prabhu y Chatterjee (1970) quienes encontraron diferencia significativa ( $P < 0,05$ ) entre las clases de ganado (lechero, para tracción, doble propósito y ganado cruzado). Por otro lado, al igual que en el anterior estudio, Dearborn et al. (1973) publicaron que existe una influencia significativa ( $P < 0,05$ ) de la raza del padre sobre la mortalidad fetal. Similares resultados se han encontrado al estudiar el comportamiento de ganado puro y cruzado, donde el efecto de raza es una fuente de variación importante (Hollon y Branton, 1975; Madsen y Vinther, 1975; Sharma y Jain, 1984).

Los resultados obtenidos en este estudio sugieren que no existe diferencia significativa en la pérdida de terneras al momento del parto por efecto del grupo racial. Sin embargo, cabe señalar que los animales proceden generalmente de cruzamientos incluyendo algunos sin diferencia exacta de la composición genética a excepción de los genotipos C y J que se consideran poblaciones puras. Esto podrá estar provocando el cubrimiento del efecto de grupo racial, además de la constancia de manejo como se señaló anteriormente.

Cuadro 8. Medias de mínimos cuadrados y sus errores estándares para sobrevivencia de terneras en varias edades de acuerdo al grupo racial de la madre.

Raza o Grupo Racial	SNA			S2M			SEM			S12M			SPP		
	N	$\bar{X}$	S	N	$\bar{X}$	S	N	$\bar{X}$	S	N	$\bar{X}$	S	N	$\bar{X}$	S
Criollo Lechero Centroamericano (C)	714	0.96	± .01	565	0.88	± .02	566	0.93	± .01	533	0.90	± .02	493	0.84	± .02
Jersey (J)	287	0.94	± .01	226	0.91	± .02	219	0.93	± .02	208	0.85	± .02	177	0.86	± .04
1/2 C - 1/2 J (F <sub>1</sub> )	154	0.95	± .02	139	0.88	± .03	131	0.93	± .02	124	0.87	± .03	110	0.84	± .06
1/2 J - 1/2 C (F <sub>1</sub> )	157	0.95	± .02	131	0.84	± .03	117	0.99	± .03	109	0.91	± .03	94	0.79	± .06
3/4 C - 1/4 J	69	0.98	± .03	56	0.83	± .04	54	0.96	± .04	52	0.92	± .04	47	0.85	± .03
3/4 J - 1/4 C	77	0.93	± .03	66	0.88	± .04	61	0.93	± .04	56	0.92	± .04	49	0.89	± .04
C x otras	124	0.97	± .02	76	0.89	± .04	82	0.90	± .03	71	0.70	± .04	35	0.88	± .05
J x otras	110	0.95	± .02	65	0.91	± .04	71	0.95	± .04	64	0.98	± .04	45	0.85	± .06
Pardo Suizo x Cebu	92	0.97	± .02	62	0.83	± .04	61	0.83	± .04	52	0.91	± .05	51	0.66	± .05
Durham x otras	81	0.94	± .03	41	0.88	± .06	41	0.88	± .05	34	0.95	± .06	16	0.82	± .10
Ayrshire x F <sub>1</sub>	225	0.94	± .02	185	0.93	± .03	179	0.96	± .02	155	0.92	± .03	119	0.98	± .04
Rojos Danés x F <sub>1</sub>	34	0.90	± .04	26	0.85	± .06	21	0.98	± .06	18	0.86	± .07	14	0.69	± .10

Los análisis de varianzas de mínimos cuadrados generados a partir de los Modelos 2 y 3 se presentan en los Cuadros 9 y 10, respectivamente. En el Cuadro 9 se puede apreciar que las variabilidades entre vacas es una importante fuente de variación ( $P < 0,01$ ) para SNA. Utilizando los componentes de varianza correspondientes a las diferencias entre vacas ( $\sigma^2_V$ ) y el error ( $\sigma^2_{TOT}$ ) (Cuadro 11) se estimó el valor de  $r$  el cual fue de  $0,24 \pm 0,02$  (Cuadro 12). Como se mencionó en la revisión de literatura, la información que existe es muy escasa, por lo que no es posible hacer comparaciones entre los resultados obtenidos. Sin embargo, el valor obtenido se puede considerar intermedio (Preston y Willis, 1973), ya que la literatura reporta que para las características de reproducción los valores para parámetros genéticos son relativamente bajos, tal y como lo encontraron Dearborn et al. (1973) al analizar los registros de un hato de carne en Nebraska, quienes estimaron un  $r$  de  $-0,065$  para mortalidad fetal y de  $0,006$  para natimortos.

Al igual que en el caso anterior los componentes de varianzas generados, empleando los Modelos 2 y 3, se estimaron los componentes de diferencias entre padres dentro de grupo racial ( $\sigma^2_P$ ) y el error ( $\sigma^2_{TOT}$ ) que fueron utilizados para la estimación de  $h^2_B$  mediante la correlación entre medias hermanas paternas. El  $h^2_B$  para SNA en este estudio fue de  $0,09 \pm 0,05$  el cual al transformarse hacia la escala normal ( $h^2$ ) subió a  $0,18 \pm 0,06$  (Cuadro 12). El

Cuadro 9. Análisis de varianza de mínimos cuadrados para sobrevivencia de terneras en varias edades (Modelo 2).

Fuente de variación	SNA		S2M		S6M		S12M		SPP	
	g.l.	CM	g.l.	CM	g.l.	CM	g.l.	CM	g.l.	CM
Vacas	935	0,06 **	757	0,09 **	778	0,07 **	741	0,09 **	650	0,13 **
Año de parto	26	0,04	25	0,14	25	0,17 **	25	0,09	23	0,28 **
Edad de la vaca al parto	11	0,09 **	11	0,08	11	0,09	11	0,11	11	0,16
Peso de la vaca al parto	a		1	0,14	1	0,15	1	0,18	1	0,12
Peso de la cría al nacimiento	a		1	0,54	1	0,00	1	0,00	1	0,10
Error	1151	0,04	856	0,09	790	0,07	700	0,08	563	0,11

a No fue estudiado

\* (P < 0,05)

\*\* (P < 0,01)

Cuadro 10. Análisis de varianza de mínimos cuadrados para sobrevivencia de terneras en varias edades (Modelo 3).

Fuente de variación	SNA		S2M		S6M		S12M		SPP	
	g.l.	CM	g.l.	CM	g.l.	CM	g.l.	CM	g.l.	CM
Grupo racial (GR)	5	0,06	5	0,10	5	0,17 *	5	0,10	5	0,99 **
Padre dentro de GR	183	0,06 **	167	0,10 **	168	0,08 *	165	0,14 **	149	0,15 **
Año de parto	26	0,06	25	0,23 **	25	0,26 **	25	0,11	23	0,27 **
Edad de la vaca al parto	11	0,17 **	11	0,12	11	0,08	11	0,11	11	0,20
Peso de la vaca al parto	a		1	0,01	1	0,26	1	0,05	1	0,16
Peso de la cría al nacimiento	a		1	0,57	1	0,02	1	0,00	1	0,03
Error	1883	0,05	1428	0,09	1382	0,07	1259	0,08	1057	0,11

a No fue estudiado

\* ( $P < 0,05$ )

\*\* ( $P < 0,01$ )

Cuadro 11. Los componentes de varianzas de padres dentro de grupo racial ( $\sigma_P^2$ ), de las vacas ( $\sigma_V^2$ ) del error sintetizado ( $\sigma_E^2$ ) y total ( $\sigma_{TOT}^2$ ) uno de los caracteres estudiados.

Caracter	$\sigma_P^2$	$\sigma_V^2$	$\sigma_E^2$	$\sigma_{TOT}^2$
Sobrevivencia al nacimiento (SNA)	0,001	0,011	0,033	0,045
Sobrevivencia a 2 meses (S2M)	0,001	-0,002	0,095	0,094
Sobrevivencia a 6 meses (S6M)	0,002	-0,003	0,063	0,065
Sobrevivencia a 12 meses (S12M)	0,007	0,004	0,067	0,078
Sobrevivencia a primer parto (SPP)	0,005	0,009	0,100	0,114

Cuadro 12. Indices de herencias en la escala binomial ( $h_B^2$ ), en la escala normal ( $h_N^2$ ) e índice de constancia (r) para cada una de las características estudiadas.

Característica	$h_B^2$	$h_N^2$	r
Sobrevivencia al nacimiento (SNA)	0,09 $\pm$ 0,05	0,18 $\pm$ 0,06	0,24 $\pm$ 0,02
Sobrevivencia a 2 meses (S2M)	0,04 $\pm$ 0,06	0,12 $\pm$ 0,07	-0,02 $\pm$ 0,02
Sobrevivencia a 6 meses (S6M)	0,12 $\pm$ 0,07	0,41 $\pm$ 0,09	-0,005 $\pm$ 0,02
Sobrevivencia a 12 meses (S12M)	0,36 $\pm$ 0,09	1,05 $\pm$ 0,12	0,05 $\pm$ 0,03
Sobrevivencia a primer parto (SPP)	0,18 $\pm$ 0,09	0,72 $\pm$ 0,12	0,08 $\pm$ 0,03

efecto de semental dentro grupo racial fue una fuente de variación importante ( $P < 0,01$ ) (Cuadro 10). Como en el caso de la  $r$  es muy limitada la información relacionada a  $h^2$  para SNA, por lo que es difícil hacer comparación de los resultados obtenidos en este trabajo con los existentes en otros lugares para la misma característica. Lo poco que hay en  $h^2$  para características relacionadas con SNA indican que este parámetro genético oscila entre  $-0,26 \pm 0,13$  a  $0,066 \pm 0,03$  (Dickey y Cartwright, 1966; Dearborn et al., 1973; Philipsson, 1976) los cuales son inferiores a los encontrados en el presente trabajo. Lindhé (1966) estimó una heredabilidad de  $0,43 \pm 0,31$  cuando consideró a los terneros nacidos muertos como característica del ternero. De cualquier manera según el presente estudio SNA bajo condiciones tropicales parece contar con variabilidad genética aditiva necesaria para fijarse a los sementales reproductores en cuanto a esta característica. No obstante es necesario recalcar que  $h^2$  se calculó a partir de una población que no es genotípicamente pura, por lo que las estimaciones pueden estar sesgadas por efectos genéticos no aditivos.

#### 4.2 Sobrevivencia a la edad de dos meses.

En el presente trabajo la media de mínimos cuadrados y su error estándar para sobrevivencia a dos meses (S2M) fue  $0,88 \pm 0,02$  lo que representa un porcentaje de mortalidad de



12,4% (Cuadro 4). Este porcentaje es similar a los encontrados por Miller y Gilmore (1949), Davis (1950), Bali (1979), Natarajan et al., (1980), y Jain y Sharma (1982) quienes reportan porcentajes de mortalidad de crías que varían entre 9,5% a 13,7%. Sin embargo, el porcentaje encontrado en el presente trabajo está por arriba de los reportados en otros estudios (Clark, 1957; Frisch, 1973; Tomar, 1973; Odedra, 1979). Clark (1957) reporta un porcentaje de mortalidad a un mes de edad de 1,8% en un hato de Queensland, mientras que Frisch (1973) reporta un porcentaje de mortalidad de 4,68% para animales en las mismas condiciones climáticas. Los trabajos realizados en la India son numerosos, reportando porcentajes para mortalidad más bajos al concentrado en este estudio. Tomar (1973) reporta que la mortalidad a 3 meses de edad fue de 7,18%. Odedra (1979) reporta un porcentaje de 6,55% para las pérdidas a esta misma edad. Otros estudios en la literatura reportan porcentajes de mortalidad de terneras de alrededor de 2 meses que van de 5,24% a 9,1% (Rai et al., 1982; Sharma y Jain, 1982; Sharma y Jain 1984; Sharma et al., 1984).

Por otro lado, en Brasil, Soares y Campanarut (1965) reportan porcentaje de mortalidad de 4,1%, en ganado de la raza Jersey, cuando se encontraban en condiciones de semi-estabulación. Resultados similares para mortalidad de hembras de alrededor de 2 meses se han obtenido en climas templados donde se reportan porcentajes de mortalidad de

6,5% a 7,94% (Massip y Pondant, 1975; Umoh, 1982). Sin embargo, los resultados para S2M encontrados en el presente trabajo son mayores a los reportados por otros autores, quienes reportan porcentajes de mortalidad de 16,0% a 22,9% (Ormiston, 1949; Sharma et al., 1974; Verma y Kalra, 1974; Singh y Parekh, 1982; Dwivedi et al., 1983; Tajane et al., 1983; Sisodia et al., 1984).

#### 4.2.1 Efectos ambientales

En el Cuadro 5 se presenta el análisis de varianza de mínimos cuadrados para S2M obtenido empleando el Modelo 1. Se puede apreciar que el efecto de año de parto y peso de la cría al nacimiento (considerado como covariable) fueron fuentes de variación significativas ( $P < 0,01$ ), mientras que los efectos de grupo racial, edad al parto, y peso de la vaca (considerado como covariable) no lo fueron.

Al igual que en el caso anterior, el efecto de año de parto sobre S2M es una fuente de variación importante ( $P < 0,01$ ). Esto sugiere que existen fuertes influencias ambientales asociadas con la variabilidad entre años para la sobrevivencia de las terneras a los 2 meses de edad. Tales influencias ambientales incluyen manejo, salud, clima y humedad en que se crían las terneras entre otros. Las medias de mínimos cuadrados y sus errores estándares para S2M por año de parto se pueden observar en el Cuadro 6. En este se

puede observar que la mayor S2M fue  $0,99 \pm 0,06$  alcanzado en 1958 mientras que el valor más bajo fue  $0,74 \pm 0,04$  alcanzado en 1974. Sin embargo, es claro observar que no existe una tendencia uniforme en el comportamiento para la característica de sobrevivencia a través de los años de estudio (Figura 4), el cual puede ser explicado por las variaciones en sistemas de manejo, causados por cambios en administración que ha habido en la finca experimental del CATIE. Efectos de años importantes sobre características de sobrevivencia similares a lo encontrado en el presente estudio fueron reportados por Sharma et al., 1974; Odedra, 1979; Sharma et al., 1984. Por ejemplo Sharma et al. (1974) analizando registros de ganado Cebú (Tharparkar, Sahiwal y Red Sindhi) y sus cruces con ganado Pardo Suizo, encontraron efecto de año como una fuente de variación importante ( $P < 0.01$ ) en la mortalidad de crías en el hato. En otro trabajo similar Sharma et al. (1984) reportan que la mortalidad entre años varió de 6,4% a 11,7% siendo esta diferencia significativa. En forma similar Odedra (1979) reportó efecto importante del año sobre la mortalidad de hembras ( $P < 0,01$ ), el cual lo relacionó con factores de manejo. Los resultados obtenidos en el presente estudio así como los reportados en la literatura en cuanto a la importancia del año sobre las características de sobrevivencia como lo es S2M sugieren fuertemente la necesidad de enfatizar aspectos de manejo tanto de alimentación, pasturas, así como del hato para minimizar pérdidas de terneros.

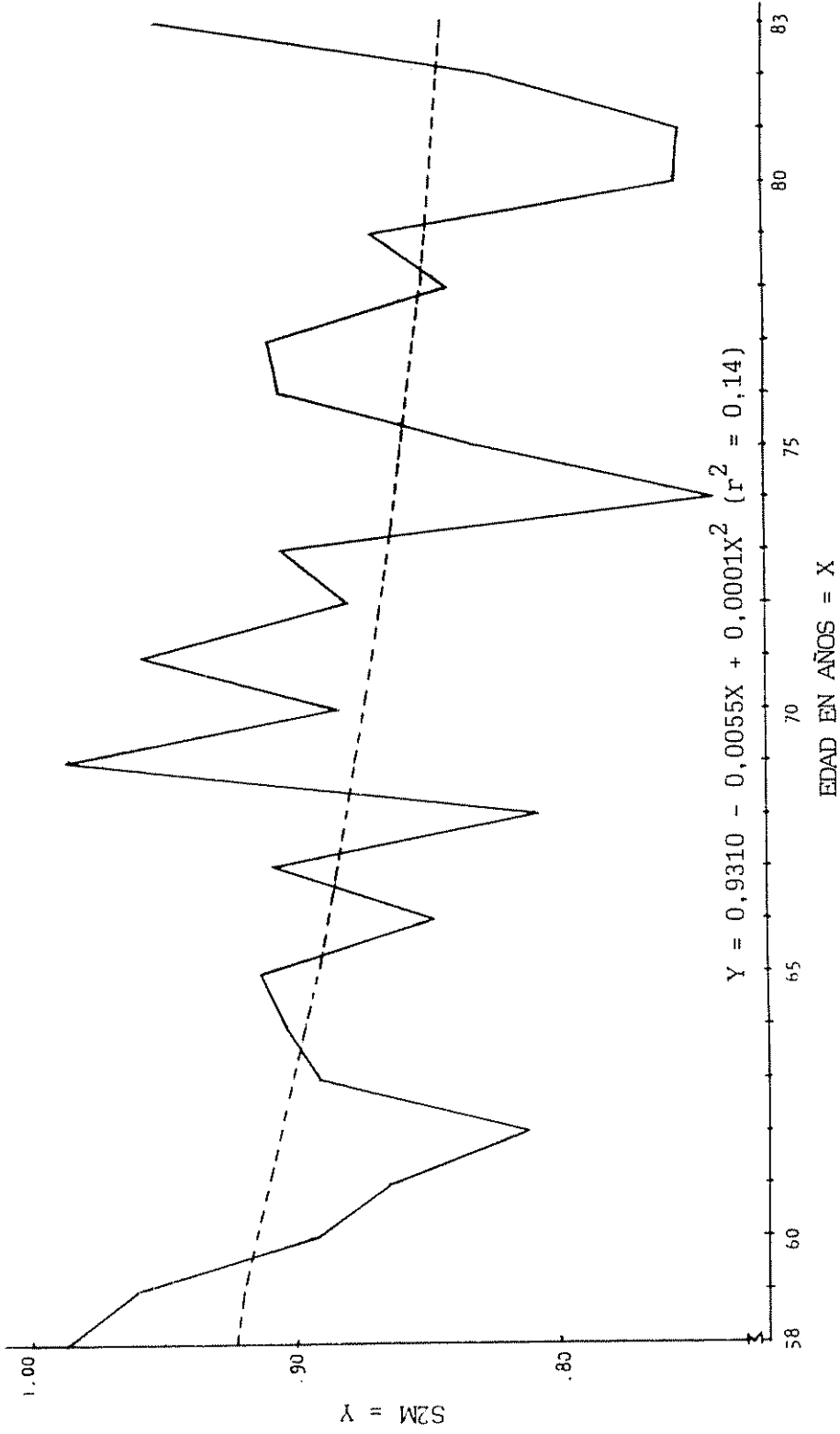


Figura 4. Sobrevivencia de terneras a 2 meses de edad por año de parto.

El efecto de edad de la vaca al parto sobre S2M no fue importante (Cuadro 5). En el Cuadro 7 se pueden observar las medias de mínimos cuadrados y su error estándar para S2M. En este cuadro se aprecia que las crías de vacas de alrededor de 8 años tuvieron el mejor comportamiento para S2M (95%), mientras que las crías de vacas de 13 años de edad tuvieron menor sobrevivencia (81%). Aunque esta diferencia no fue significativa. En la Figura 5 se puede observar una tendencia cuadrática negativa ( $r = -0.48$ ) en S2M, estando asociada la mayor mortalidad de terneras a las crías de vaquillas y vacas viejas ( $> 10$  años). Estos resultados están de acuerdo con varios autores (Woodward y Clark, 1957; Anderson y Bellows, 1967; Frisch, 1973; Merino et al., 1982; De Alba, 1985b). Anderson y Bellows (1967) trabajando con registros de un hato Hereford así como Woodward y Clark (1957) encontraron mayor pérdida de terneros en vaquillas de 3 años que en la de vacas de 4 y 5-10 años de edad. Observaciones similares a estas fueron hechas por Frisch (1973) en Australia, quien analizando la mortalidad de terneros Bos indicus y Bos taurus observó que las crías nacidas de vaquillas de primer parto sufrieron mayor mortalidad que las nacidas de vacas multiparas. Es interesante observar que a una distancia de dos meses después del nacimiento en crianza artificial de terneras puede todavía existir influencia de la edad de la madre sobre la sobrevivencia de la cría. Estos resultados sugieren que el componente materno todavía puede jugar un

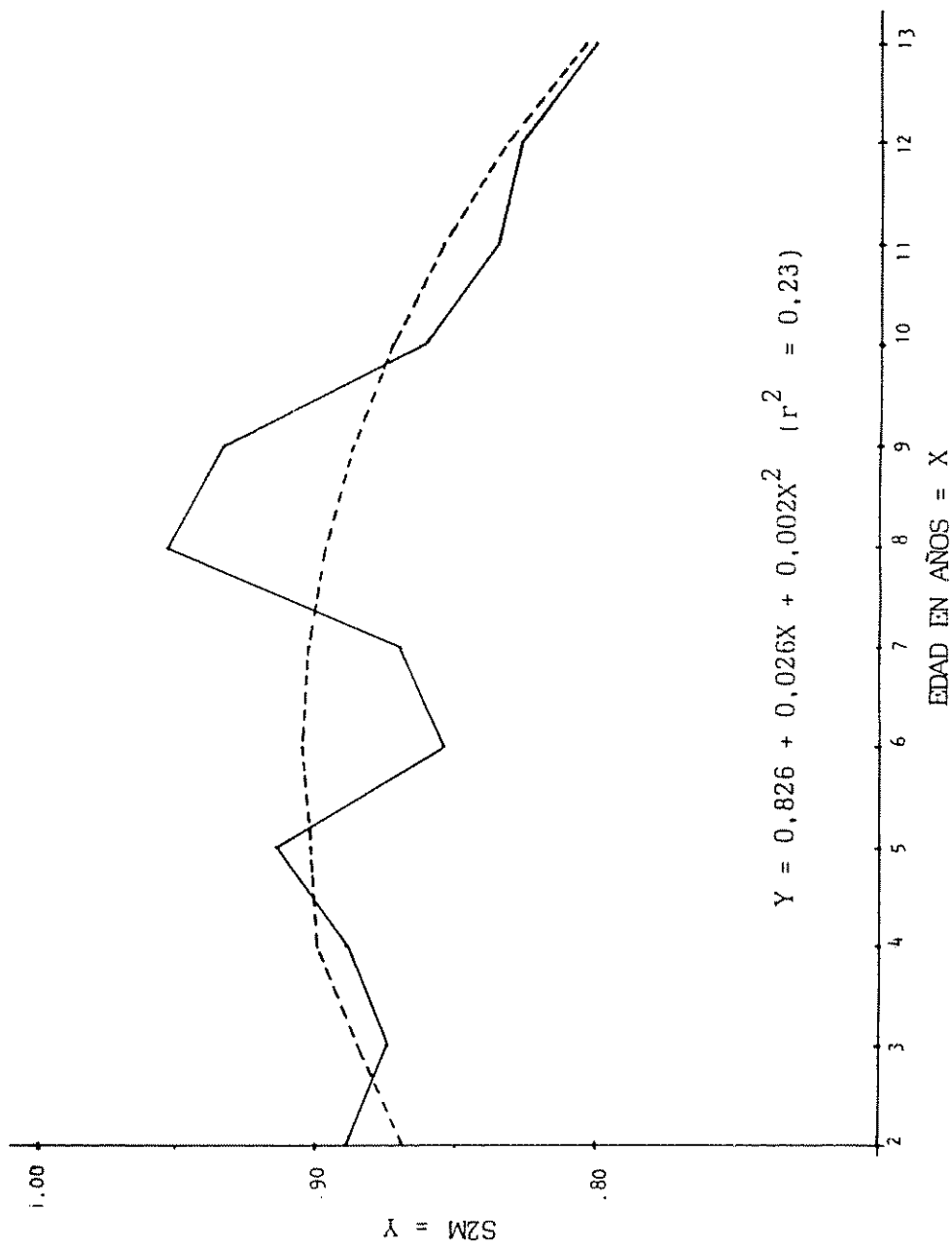


Figura 5. Sobrevivencia de terneras a 2 meses de edad por edad de la vaca.

papel importante en la sobrevivencia postnatal de sus crías. Además sugiere que los efectos de las diferentes inmunoglobulinas, quienes a su vez pueden estar influenciadas por la edad de la vaca y este efecto sigue latente en las terneras de hasta 2 meses de edad. Asimismo las vaquillas del primer parto generalmente presentan mayor incidencia de partos difíciles o distocicos, los que traen como consecuencia lesiones al ternero al momento del parto. Aunado a estos animales no han desarrollado su componente materno, y su capacidad de transmitir inmunidad pasiva a sus crías a través de la leche calostrual es menor que en vacas multiparas (Woodward y Clark, 1959; Anderson y Bellows, 1967; Sttot et al., 1976; Merino et al., 1982; De Alba, 1985b).

Por otro lado el peso del ternero al nacimiento tuvo un efecto significativo ( $P < 0.01$ ) en la sobrevivencia del ternero. En algunos estudios (Arnold y Becker, 1953; Woodward y Clark, 1959) se reporta que los animales más pesados provocan mayor número de partos difíciles o distocicos que pueden provocar la muerte del ternero o ternera en los primeros días de su vida. Esto refuta la tendencia de seleccionar animales para mayor peso al nacimiento para obtener terneros con más vigor y sobrevivencia (De Alba, 1985b). Sin embargo, los resultados encontrados en este análisis, dan una indicación de que al aumentar el peso al nacimiento pareciera tener un incremento en la tasa de sobrevivencia hasta cierto peso para este

trabajo el peso al nacer fue de 29 kg (Figura 2A), a partir del cual se empieza a perjudicar la sobrevivencia de las terneras.

#### 4.2.2 Efectos genéticos

Al igual que SNA los efectos genéticos considerados sobre S2M fueron los de grupo racial, padres y vacas utilizando los Modelos 1, 2 y 3.

El análisis de varianza de mínimos cuadrados correspondiente al Modelo 1 que estudió los efectos de grupo racial sobre S2M puede apreciarse en el Cuadro 5. En este cuadro el efecto de grupo racial no fue significativo. A pesar de esto el grupo racial que tuvo la mejor S2M fue  $AF_1$  con  $0,92 \pm 0.03$ , siendo las terneras de vacas  $3/4 C - 1/4 J$  las que menor sobrevivencia mostraron (Cuadro 8). Pero hay que ver que esta superioridad puede ser por efecto del grado de heterosis mayor entre tres razas que entre 2 razas. En un estudio realizado por Maltos et al. (1970) con los mismos datos obtenidos bajo condiciones de manejo similares a las del presente estudio pero correspondiente a los años de 1954 a 1968, encontraron que las terneras C tuvieron un pobre desarrollo considerado como detrimento cuando estaban en condiciones de cría artificial.

Por otro lado, la literatura documenta la poca adaptabilidad a condiciones tropicales de las razas exóticas (desarrolladas en climas templados). Esta menor



adaptabilidad resulta en una menor sobrevivencia comparada con las razas nativas o las animales  $F_1$  producto del cruzamiento entre las dos poblaciones, nativos de las zonas tropicales (Bos indicus) y zonas templadas (Bos taurus).

Hernández (1965) reporta que las razas exóticas como Pardo Suizo y Holstein sufrieron mayores pérdidas por mortalidad post-natal (antes del destete) que los animales mestizos (Bos taurus x Bos indicus). En el presente estudio el grupo racial Pardo Suizo x Cebú tuvo un comportamiento para S2M de  $0,83 \pm 0,04$  que se considera como muy bajo (De Alba, 1985b), ya que a esta edad se espera que la sobrevivencia bajo condiciones de clima tropical sea de alrededor del 10%. Resultados similares al encontrado en este estudio se reportan para la raza Pardo Suizo x Cebú en la India, en los cuales la mortalidad de terneros osciló de 12,4% a 15,4% (Sharma et al., 1974; Natarajan et al., 1980; Jain y Sharma, 1982). Sin embargo, las apreciaciones que se hacen sobre los genotipos estudiados en el presente trabajo deben reconocer la existencia de varios sistemas de manejo (por cambios de administración) los cuales pueden estar confundidos con las diferencias entre grupos raciales, pues no todos los grupos raciales considerados en este estudio fueron introducidos a la finca experimental en el mismo período.

Utilizando el Modelo 2 y los procedimientos antes descritos se obtuvo una estimación de  $r$  para S2M. El

análisis de varianza de mínimos cuadrados de este modelo se presenta en el Cuadro 9. Se puede observar que las vacas fueron fuente de variación importante ( $P < 0,01$ ) para S2M. Con los componentes de varianza correspondientes a las diferencias entre vacas ( $\sigma^2_V$ ) y total ( $\sigma^2_{TOT}$ ) se estimó  $r$  el cual fue de  $-0,02 \pm 0,02$  (Cuadro 12). Al igual que para SNA existe una escasez de información al respecto en la literatura, el cual hace difícil comparar lo encontrado en el presente trabajo. El valor encontrado para  $r$  en este estudio concuerda con los valores esperados para características reproductivas, debido a que éstas están influenciadas principalmente por el manejo de la monta, afectándose características como intervalo entre partos, servicios por concepción, período seco, etc. Por ejemplo, Dearborn et al. (1973) analizando los registros de un hato de carne en Nebraska, encontraron que  $r$  para sobrevivencia a las 2 semanas de edad fue de 0,008 cuando se consideraba como característica de la madre y de 0,051 cuando la sobrevivencia se atribuía al ternero. Estos resultados ligeramente mayores a los encontrados en este estudio pueden deberse a que los datos proceden de una población más homogénea y que además sean bovinos para carne. Lo importante en cuanto al  $r$  estimado en el presente estudio es el signo negativo del parámetro. Esto indica que la vaca criando terneras no es constante año con año, debido a que probablemente algunas vacas crían terneras en un año mientras que para otro no. Esto es posiblemente por el tipo

de manejo de la monta en todo el año, práctica que se sigue en la lechería del hato de Turrialba.

El hecho de que se está considerando la producción de terneras también hace que las distancias entre los respectivos registros de una determinada vaca sean más largos. Por ejemplo una vaca que parió una ternera en su primer parto y después dió origen a 3 terneros, para en su quinto parto producir una ternera de nuevo, esto hace que la correlación entre los registros, solo para terneras, de la misma vaca sea muy reducido o bien negativo. Pues se sabe que la correlación entre dos registros adyacentes es mayor que aquella entre registros no adyacentes. Esto es lo que muy probablemente está pasando en este estudio, por lo que las estimaciones de  $r$  sean muy bajas inclusive menor que cero.

Mediante la utilización del Modelo 3, se procedió a estimar  $h^2$  para S2M. En el Cuadro 10 se presenta el análisis de varianza de mínimos cuadrados en el que se aprecia que los padres dentro de grupo racial fueron fuente de variación importante ( $P < 0,01$ ) para la sobrevivencia de terneras. Utilizando los componentes de varianza de padres dentro de grupo racial ( $\sigma^2_p$ ) y total ( $\sigma^2_{TOT}$ ) (Cuadro 11) se estimó  $h^2$  (ver materiales y métodos). El valor de  $h^2$  fue de  $0,04 \pm 0,06$  para S2M en la escala binomial y  $0,12 \pm 0,06$  en la escala normal. Esta fue obtenida a través de la transformación Probit como fue explicado anteriormente, cuyo

efecto en este estudio fue de elevar el estimador de  $h^2$ . Estos valores concuerdan con los reportados por otros autores en ganado para carne y leche bajo condiciones ecológicas diferentes a las del presente estudio (trópico) (Dickey y Cartwright, 1966; Dearborn et al., 1973; Bar-Anan et al., 1976; Cruz et al., 1976).

Dickey y Cartwright (1966) en un hato de vacas Santa Gertrudis, reportan  $h^2$  para porcentaje de sobrevivencia y habilidad de sobrevivencia del ternero de 0,05 y 0,03, respectivamente. Igualmente Dearborn et al. (1973) reportan  $h^2$  para sobrevivencia a las dos semanas de edad de  $0,03 \pm 0,13$  cuando esta se consideraba como propiedad de la madre en ganado de carne. En el mismo orden de estudio Bar-Anan et al. (1976) encontraron  $h^2$  para mortalidad de terneros en la primera semana de su vida de 0,042 y 0,018, cuando consideraron la mortalidad como característica del ternero y de la vaca, respectivamente en ganado lechero. Estos valores se redujeron aún más cuando el  $h^2$  fue calculada con base en datos de vacas multiparas (0,013 y 0,004 como característica del terneros y vacas, respectivamente). Por otro lado, Cruz et al. (1976) reportaron valores ligeramente más altos para la heredabilidad de la sobrevivencia a una semana de vida ( $0,11 \pm 0,12$ ) considerando este como propiedad de la cria en ganado Brahman.

Pero los valores para  $h^2$  estimados en este estudio fueron menores a los encontrados por Milagres et al. (1979), quienes reportan un  $h^2$  para sobrevivencia perinatal de  $0,64 \pm 0,21$  en la escala binomial y que al transformarla a la escala normal fue mayor de uno ( $1,25 \pm 0,35$ ). En otro estudio reportado en Brasil, se ha encontrado que los valores de  $h^2$  para sobrevivencia perinatal del ganado Canchim fueron moderados siendo de  $0,26 \pm 0,23$  cuando la sobrevivencia se consideraba como característica de la cría y de  $0,21 \pm 0,19$  cuando se le asignaba a la madre (Mello, 1982). Los valores de  $h^2$  en los estudios antes mencionados fueron en la escala normal.

Como se puede observar, la  $h^2$  encontrada en el presente estudio aunado con la poca información disponible en la literatura da una indicación de que selección para tal característica. Por lo que las mejoras en sobrevivencia de las crías a los dos meses de edad deben basarse en componentes de mejorar manejo, alimentación, sanidad y reproducción entre otras cosas. Este es justificado cuando se ve la tendencia de sobrevivencia a los 2 meses a lo largo de los años de estudio, el cual fluctuaba en forma errática provocado en su mayoría por cambios de manejo (Figura 4).

### 4.3 Sobrevivencia a la edad de seis meses.

Al analizar la sobrevivencia de las terneras de dos a seis meses de edad (S6M) la media de mínimos cuadrados para sobrevivencia en esta etapa fue  $0,93 \pm 0,01$  (Cuadro 4), lo que corresponde a 7,2% de mortalidad. Este resultado está de acuerdo al reportado por otros autores (Miller y Gilmore, 1949; Madsen y Vinther, 1975; Rai et al., 1982; Tajane et al., 1983). Miller y Gilmore (1949), en ganado lechero de Minnesota, encontraron que la mortalidad entre uno y seis meses de edad fue de 6,8%. Por otro lado, en Tailandia el porcentaje de mortalidad desde el nacimiento hasta los seis meses de edad fue de 7,9% (Madsen y Vinther, 1975).

La media de sobrevivencia encontrada en este estudio es inferior a la reportada en otros trabajos. Frisch (1973) menciona un 2,3% para mortalidad predestete en el ganado de carne al igual que Odedra (1979) encontró que la media de mortalidad en un hato Gir en la India fue de solo 0,53%, cuando consideró los animales que murieron de 3 a 6 meses de edad. Numerosos trabajos en la India (Sharma et al., 1974; Jain y Sharma, 1982; Sharma y Jain, 1982; Sharma et al., 1984) reportan mortalidades entre 3 y 6 meses inferiores a las encontradas en el presente estudio, los cuales varían de 1,1% a 2,5% . Es necesario mencionar que en la mayoría de estos estudios la mortalidad de 0 a 3 meses fue generalmente alta. Notter et al. (1978) analizando los datos de un hato

de carne encontraron que la tasa de mortalidad hasta el destete fue de 5,0%.

Por otro lado, en la literatura consultada también se encontró que existen trabajos en los que se reportan tasas de mortalidad superiores a la encontrada en este estudio. Así Arnold y Becker (1953) reportan que la mortalidad hasta los seis meses de edad ascendió a 12,2%. De la misma manera Hernández (1965), reporta pérdidas por mortalidad pre-destete de 16,4%. Mortalidad de terneros entre edades de 3 a 6 meses inferiores a la anterior fue reportada por Verma y Kalra (1974) en la India. Por otro lado, Koger et al. (1979) analizando los registros de un hato de carne reportan una media para la sobrevivencia de terneras al destete de 71,0%.

#### 4.3.1 Efectos ambientales

En el Cuadro 5 se presenta el análisis de varianza de mínimos cuadrados para S6M generado mediante el empleo del Modelo 1. En este cuadro se puede apreciar que solo el efecto de año de parto tuvo un efecto significativo ( $P < 0,01$ ), mientras que el grupo racial, edad de la vaca al parto, peso de la vaca al parto y peso de la cría al nacimiento (estos dos últimos como covariable) no fueron fuentes de variación importante.

Las medias de mínimos cuadrados y su error estándar para S6M de acuerdo al año de parto se presentan en el Cuadro 6. En ese cuadro se puede apreciar que el año 1964 no problemas de sobrevivencia ( $1,04 \pm 0,04$ ), mientras que el año 1973 tuvo problemas de sobrevivencia muy fuerte ( $0,68 \pm 0,03$ ). Estas diferencias tan marcadas entre un año y otro fueron altamente significativas ( $P < 0,01$ ; Cuadro 5). En la Figura 6 se puede observar que, en los primeros años del estudio, la sobrevivencia se mantiene más o menos constante hasta 1972 y la mortalidad ocurrida fluctúa dentro de los valores que se esperan como normales para climas tropicales ( $\leq 10\%$ ). Sin embargo, a partir de 1973 las variaciones de sobrevivencia entre años son muy marcadas sin podersele atribuir este fenómeno totalmente al efecto climático de año, ya que las condiciones climáticas no han variado marcadamente a través de los años (Cuadro 1). Sin embargo, la introducción de grupos raciales (genotipos) al hato ha sufrido cambios drásticos que han estado asociados a cambios en administración y política de mejoramiento, aunque en esto van incluidas las fluctuaciones en condiciones climáticas. Por lo tanto, estas variaciones podrán ser atribuidas a factores de manejo, alimentación y sanidad sin considerar las condiciones climatológicas. Sharma y Jain (1974), al analizar la mortalidad de ganado Cebú y sus cruces, encontraron que el efecto de año fue significativo ( $P < 0,05$ ), sin que la estación afectara, lo que da idea de que la variación en las tasas de mortalidad se debe a



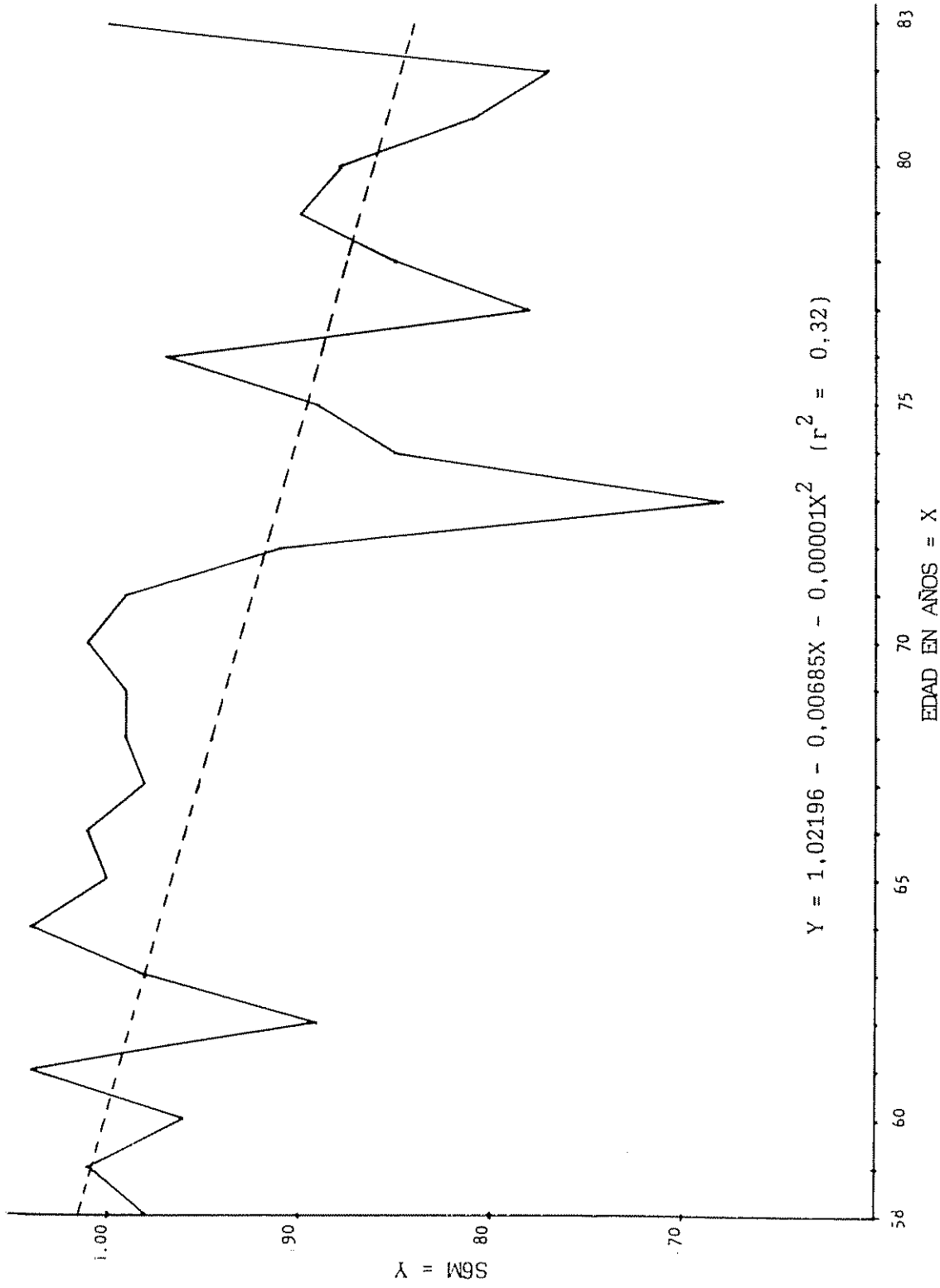


Figura 6. Sobrevivencia de terneras a 6 meses de edad por año de parto.

factores externos. En este sentido Odedra (1979) señaló la posibilidad de minimizar la mortalidad mediante implementación de sistemas de manejo adecuados, ya que si las condiciones ambientales y de manejo se mantienen constantes, el efecto de año generalmente resulta no ser importante.

En el presente trabajo el análisis de varianza de mínimos cuadrados para S6M (Cuadro 5) mostró que la edad de la vaca al parto no es una fuente de variación significativa para S6M. En el Cuadro 7 se pueden observar las medias de mínimos cuadrados y su error estándar para S6M de acuerdo a la edad de la vaca al parto. En este cuadro se puede apreciar la tendencia de mayor tasa de sobrevivencia correspondiente a las terneras nacidas de vacas de 13 años ( $1,00 \pm 0,05$ ) y de menor sobrevivencia a las crías nacidas de vacas de 9 años ( $0,88 \pm 0,03$ ). Sin embargo, se puede observar una ligera baja en sobrevivencia en las edades jóvenes para después mejorarse en las edades mayores (Figura 7). Falta de influencia de edad de la vaca al parto sobre mortalidad fue reportado por autores como Frisch, (1973) y Notter et al. (1978). Frisch (1973) reporta tasas de mortalidad de 1,1%, 2,2%, 2,7% y 1,4% para terneros de vacas de 3, 4, 5-7 y 8-10 años de edad, respectivamente. Sin embargo es pertinente recalcar que estos datos proceden de un estudio en ganado de carne donde la influencia de la madre persiste hasta el momento del destete (8-10 meses de edad). Igualmente Notter et al. (1978), analizando los

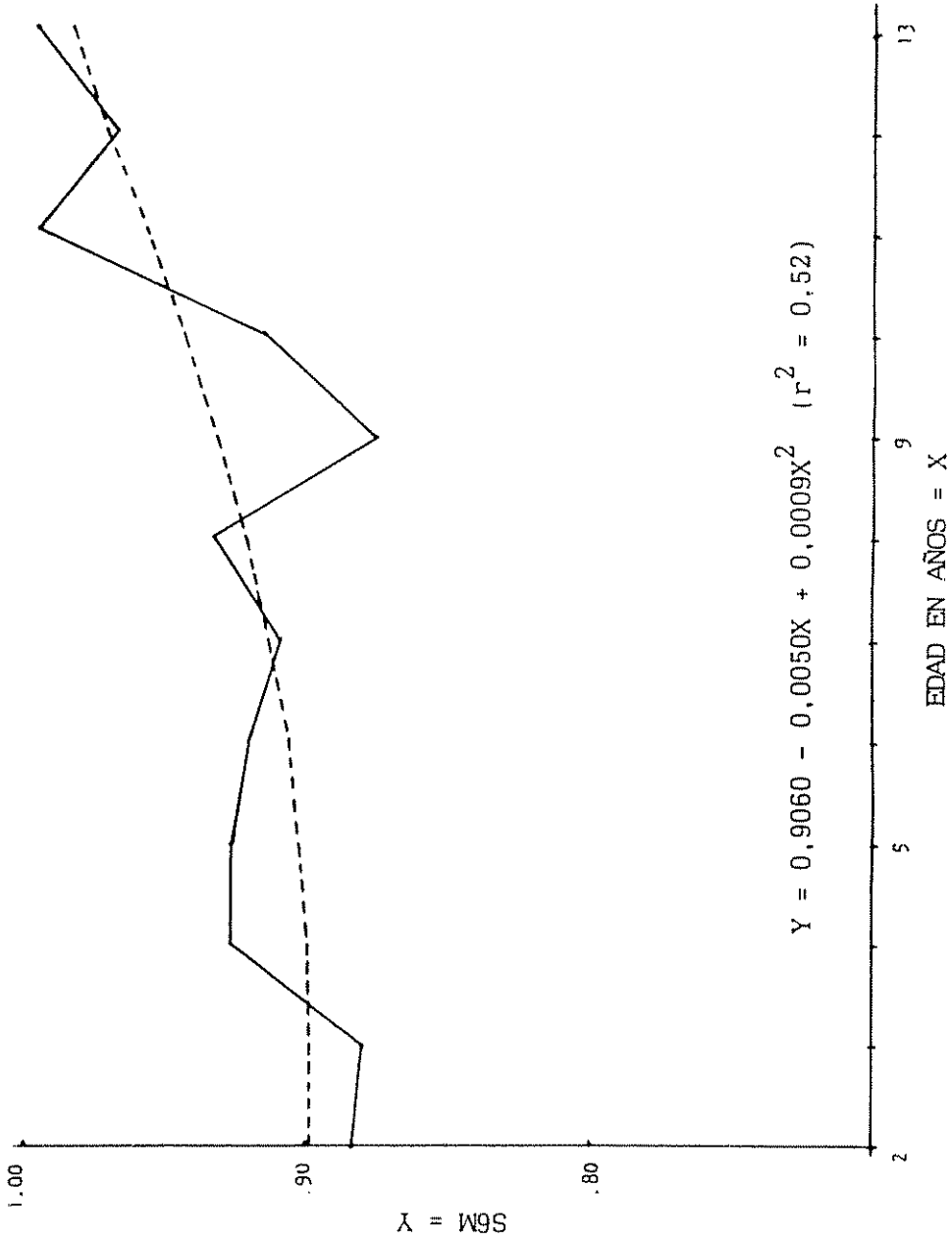


Figura 7. Supervivencia de terneras a 6 meses de edad por edad de la vaca.

datos de un hato de carne, reportaron que las medias de mínimos cuadrados para mortalidad tardía (hasta el destete) fue de  $6,0 \pm 1\%$  para las crías nacidas de vacas de 2 años y de  $4,0 \pm 1\%$  para las nacidas de vacas de 3 años de edad. La expresión de la edad de la vaca sobre la mortalidad de su cría es realmente la influencia materna proporcionada hasta el destete en los últimos trabajos citados. En el presente trabajo técnicamente no se puede hablar de influencia materna en relación a S6M puesto que a esta edad tal influencia prácticamente se ha perdido, por lo que no es sorprendente que la influencia de edad de la vaca no ha resultado ser importante.

#### 4.3.2 Efectos genéticos.

En el presente trabajo los efectos genéticos que se consideraron para el estudio de S6M incluyeron los de grupo racial, padres dentro de grupo racial y variabilidades entre vacas. Estudiándose su efecto con los Modelos 1, 2 y 3.

De acuerdo al análisis de varianza de mínimos cuadrados para S6M (Cuadro 5) mostró que el grupo racial no fue fuente de variación importante. En el Cuadro 8 se muestran las medias de mínimos cuadrados y su error estándar para S6M de acuerdo al grupo racial. Se puede notar que el grupo racial  $1/2 J - 1/2 C$  es el que tiene la mayor media de

sobrevivencia con  $0,99 \pm 0,03$  mientras que el Pardo Suizo x Cebú presenta la menor sobrevivencia con  $0,83 \pm 0,04$ , pero sin que esta diferencia fuera estadísticamente significativa. Estos resultados no están de acuerdo con la mayoría de los estudios donde se involucran grupos raciales exóticos y nativos debido a que en ellos se reporta que la raza juega un papel importante en la adaptabilidad de las terneras y como consecuencia mayor sobrevivencia (Hernández, 1965; Frisch, 1973; Sharma et al., 1974; Jain y Sharma, 1982; Sharma y Jain, 1982). Por ejemplo, Hernández (1965) encontró que existe una marcada diferencia en la sobrevivencia de animales mestizos (Cebú x Holstein o Pardo Suizo), Holstein y Pardo Suizo siendo el porcentaje de mortalidad para estos grupos de 8,26%, 16,21% y 24,6%, respectivamente. Así mismo Frisch (1973) reporta que existe una diferencia significativa ( $P < 0,05$ ) en la mortalidad predestete de terneros de un hato de carne. La mortalidad para los  $F_1$  (Shorthorn x Hereford) fue 2,8%, mientras que para los terneros Africander x  $F_1$  fue de 1,6%. Por otro lado Sharma et al. (1974) reportan una mortalidad de 13,5% para terneras Red Sindhi y de 19,9% para terneras Pardo Suizo; siendo esta diferencia altamente significativa ( $P < 0,01$ ). En la India, Jain y Sharma (1982) reportaron que terneras Pardo Suizo 3/8 -Sahiwal 5/8 tuvieron pérdidas por mortalidad a los seis meses de edad de 4,7%, mientras que en las terneras 3/4 Pardo Suizo-1/4 Sahiwal las pérdidas ascendieron a 26,3%. Madsen y Vinther (1975) analizando los

datos de mortalidad de un hato Rojo Danés y sus cruces con Sahiwal o Red Sindhi, encontraron que las pérdidas por mortalidad de terneras a los seis meses de edad eran mayores en el ganado nativo comparado con el ganado Rojo Danés (15,5% vs. 7,3%). Esto puede ser respuesta al tipo de manejo (cría artificial, pues las pérdidas globales hasta primer parto fueron muy superiores en el ganado con mayor proporción de genes Rojo Danés. Ya se ha discutido que los grupos raciales nativos (criollos o cebuinos) tienen un desarrollo considerado como detrimento cuando son criados en un sistema de cría artificial y estabulación (Carneiro y Lush, 1954; Maltos et al., 1970; Sharma et al., 1974). En general se observa que a medida que aumenta la proporción de sangre de raza exótica se incrementa la mortalidad principalmente por falta de adaptabilidad al medio local, además de que se pone de manifiesto el efecto que tiene un sistema de cruzamiento sobre la mejoría de sobrevivencia.

Utilizando el Modelo 2 se estimó  $r$  para S6M, empleando los componentes de varianzas de vacas ( $\sigma^2_V$ ) y total ( $\sigma^2_{TOT}$ ) (Cuadro 11). El análisis de varianza de mínimos cuadrados de este modelo se puede observar en el Cuadro 9. El valor de  $r$  obtenido en este estudio para S6M fue de  $-0,005 \pm 0,02$  (Cuadro 12). La poca disponibilidad de información en la literatura sobre tal parámetro genético para este tipo de característica hace difícil establecer una comparación con el valor obtenido en el presente estudio. Lo poco que hay es un trabajo realizado en ganado de carne

por Dearborn et al. (1973). En este trabajo se encontró un valor de  $r$  de  $-0,011$  y  $0,042$  para sobrevivencia de terneros al destete considerando este como característica de la madre y de la cría, respectivamente. Estos valores concuerdan con los encontrados en el presente estudio.

Utilizando los componentes de varianzas  $\sigma^2_p$  y  $\sigma^2_{TOT}$  (Cuadro 11) generados a través del análisis de medias hermanas paternas (Modelo 3) se obtuvo una estimación de  $h^2$  para el S6M. El análisis de varianza cuadrados mínimos correspondiente al Modelo 3 puede ser apreciado en el Cuadro 10. El  $h^2$  estimado fue de  $0,12 \pm 0,07$  en la escala binomial mientras que éste fue  $0,41 \pm 0,09$  en la escala normal (después de la transformación Probit). Estas  $h^2$  sugieren la existencia de variabilidad genética aditiva importante para que pueda ser usada como un criterio adicional de selección en las pruebas de sementales que normalmente se realiza en la finca experimental del CATIE. Además es interesante que la  $h^2$  para S6M es mucho mayor que la  $h^2$  para S2M indicando que las terneras expongan sus capacidades genéticas para sobrevivir en pastoreo provocando la variabilidad genética entre los animales. Pues la  $h^2$  para S2M fue de  $0,12 \pm 0,07$  en su escala normal y es posiblemente por el apoyo de manejo (tanto de leche como de concentrado) que habían recibido las terneras hasta esta edad. Algunos trabajos encontrados en la literatura documentan  $h^2$  para características relacionadas a

sobrevivencia que varían entre -0,01 hasta 0,197 en ganado de carne y nativo, que son mucho más inferiores a los encontrados en este estudio (Dearborn et al., 1973; Mello, 1982).

El hecho de que  $r$  es inferior a  $h^2$  en puede ser explicado en la misma forma y con el mismo razonamiento anteriormente expuesto (S2M).

#### 4.4 Sobrevivencia a doce meses de edad.

La media de mínimos cuadrados para sobrevivencia de terneras de seis a doce meses de edad (S12M) fue de  $0,89 \pm 0,02$  (Cuadro 4), lo que representa un porcentaje de mortalidad de 11,0%. Este es un valor inferior a lo previamente encontrado por Maltos et al. (1970), quienes trabajando con datos del mismo lugar, reportaron mortalidades de 16,7% en terneras hasta los 266 días de edad.

La sobrevivencia encontrada en el presente trabajo es inferior a la reportada por la literatura (Ormiston, 1949; Dickinson y Touchberry, 1961; Johnson y Harpestad, 1970). Ormiston (1949) reporta que la mortalidad de terneras de 2 a 12 meses de edad fue de 7,6%. De igual manera Dickinson y



Touchberry (1961) reportan pérdidas por mortalidad en terneras de ganado lechero de 9,65%. Estas son menores a las encontradas en este estudio si se considera que son las ocurridas desde el nacimiento hasta los 12 meses de edad. Johnson y Harpestad (1970), analizando las pérdidas de terneros de un hato lechero en Illinois, encontraron que el 13,1% de las terneras murieron antes de un año de edad. Por otro lado, Frisch (1973) encontró tasa de mortalidad para terneros de 8 a 15 meses de edad de 1,1% en Australia. Bajo las mismas condiciones pero estudiando el comportamiento de sobrevivencia de terneras Jersey-Sindhi, Buvanendran (1977) encontró tasa de mortalidad desde el nacimiento hasta los 12 meses de edad de 9,5%. En la India también las tasas de mortalidad de terneros de 6 a 12 meses de edad, generalmente son bajas, variando de 5,84% a 0,26% según trabajos reportados por varios autores (Sharma et al., 1974; Verma y Kalra, 1974; Bali et al., 1979; Odedra, 1979; Jain y Sharma, 1982; Rai et al., 1982; Sharma y Jain, 1982; Tajane et al., 1983 y Sharma et al., 1984). Estos valores son inferiores a los encontrados en el presente trabajo para S12M. Estas discrepancias pueden ser debido a las diferencias en condiciones de manejo y hasta del tipo de animal considerado.

#### 4.4.1 Efectos ambientales.

En el Cuadro 5 se presenta el análisis de varianza de mínimos cuadrados para S12M generado empleando el Modelo 1. En este cuadro se puede apreciar que el efecto de grupo racial y año fueron fuentes de variación significativas ( $P < 0,01$ ) para S12M, mientras que la edad de la vaca al parto, el peso de la vaca al parto y peso de la cría al nacimiento (estos dos últimos como covariables) no fueron fuentes de variación importantes.

En el presente estudio, las medias de mínimos cuadrados y su error estándar para S12M de acuerdo al año de parto, se pueden observar en el Cuadro 6. Se observa que el año 1964 es el que presenta la mayor media de sobrevivencia con  $1,00 \pm 0,04$  mientras que el año 1973 registra una S12M de  $0,74 \pm 0,04$  posiblemente provocado por diferencias en manejo y administración de la finca. Esta diferencia fue estadísticamente significativa ( $P < 0,01$ ); Cuadro 5). Los resultados encontrados en este estudio están de acuerdo con otros autores (Sharma et al., 1974; Odedra, 1979; Vaccaro y Vaccaro, 1981). Por ejemplo Sharma et al. (1974) encontraron diferencia altamente significativa para sobrevivencia por efecto de año. De la misma manera Odedra (1979) analizando datos de mortalidad en ganado Gir encontró una diferencia significativa ( $P < 0,01$ ) en la tasa de mortalidad anual. En forma similar, Vaccaro y Vaccaro

(1981) reportan efecto de año de nacimiento importante ( $P < 0,05$ ) en la tasa de mortalidad de terneras Pardo Suizo x Cebú y Holstein Friesian x Cebú.

En la Figura 8 se puede observar que la S12M presenta una tendencia negativa a medida que transcurría el período de estudio. Considerando que las condiciones ambientales (climatológicas) varían muy poco a través de los años en el presente estudio. Es posible que las diferencias entre años se deban a causas que no involucran los efectos climáticos, sino que a otras causas provocadas por el sistema de explotación y por introducción de nuevos genotipos; por ejemplo manejo, sanidad, alimentación y razas de los animales.

Por otro lado, el efecto de edad de la vaca al parto no fue una fuente de variación significativa sobre S12M (Cuadro 5). La sobrevivencia varió de  $0,94 \pm 0,04$  a  $0,79 \pm 0,04$ , correspondiendo a las vacas de 2 y 10 años de edad, respectivamente (Cuadro 7). La falta del efecto de edad de la vaca sobre S12M no es sorprendente puesto que a la edad de 12 meses la ternera estaría viva o muerta dependiendo de la adecuación de su genotipo a las condiciones de manejo de alimentación (pastoreo).

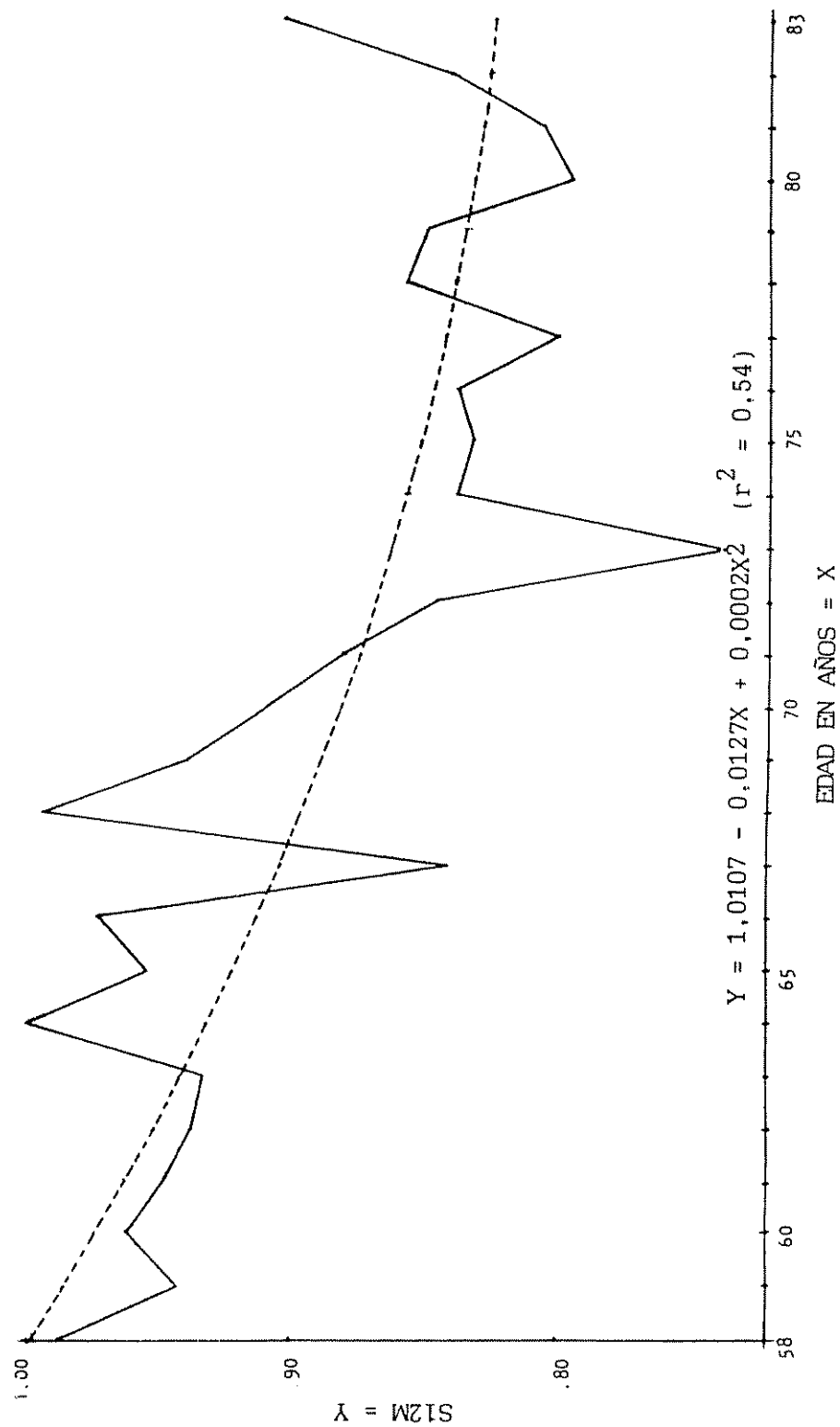


Figura 8. Supervivencia de terneras a 12 meses de edad por año de parto.

#### 4.4.2 Efectos genéticos.

Con los mismos datos y utilizando los Modelos 1, 2 y 3 se procedió a analizar el efecto de grupo racial de la madre, vacas y padres dentro de grupo racial sobre S12M.

En el análisis cuyo objetivo fue para caracterizar los grupos raciales (Cuadro 5 del Modelo 1) el efecto de grupo racial de la vaca resultó ser una fuente de variación significativa ( $P < 0,01$ ). Resultados similares a los encontrados aquí fueron reportados por varios autores (Dickinson y Touchberry, 1983; Sharma y Jain, 1974; Natarajan y Singh, 1978; Jain y Sharma, 1982). El Cuadro 8 muestra las medias de mínimos cuadrados y su error estándar para S12M de acuerdo al grupo racial de la madre. En este cuadro se puede apreciar que la media de mayor sobrevivencia correspondió al grupo racial J x otras con  $0,98 \pm 0,04$  mientras que la menor sobrevivencia fue para el grupo racial C y otras cuya media fue de  $0,70 \pm 0,04$ . Con estos genotipos no se puede exactamente atribuir la sobrevivencia a un grupo racial o una raza determinada por la falta de definición de estos genotipos a los que se les ha llamado otras. Este es un caso ejemplar de confusión causado por indefinición de estrategias.

Dickinson y Touchberry (1961) encontraron que la mortalidad de terneras hasta los 12 meses de edad se vio

afectada significativamente ( $P < 0,05$ ) por el genotipo de los animales. En este trabajo las terneras puras (Holstein y Guernsey) sufrieron 14,4% de mortalidad mientras que las terneras cruzadas (Holstein x Guernsey) tuvieron mortalidad de 4,9%, donde esta diferencia puede ser atribuida al probable efecto de heterosis. De igual forma en la India, Sharma y Jain (1974) encontraron mortalidad de terneras de 6 a 12 meses de edad ser significativamente ( $P < 0,01$ ) afectada por efecto de la raza del animal. Las mortalidades de terneras en este rango de edad para Sahiwal (S), Red Sindhi (RS) y Pardo Suizo x RS o S fueron 1,51%, 1,42% y 5,31%, respectivamente.

En el presente estudio se observó que la S12M de terneras J aumentó al participar en mayor proporción los genes de la raza nativa, criolla (C), así se puede observar, en el Cuadro 8 que los animales J,  $3/4$  J- $1/4$  C,  $1/2$  J- $1/2$  C y J x otras tuvieron medias de sobrevivencia de 0,85, 0,92, 0,92 y 0,98 respectivamente. Sin embargo, esta tendencia no fue tan marcada en los animales nativos debido a que el grupo racial C x otras fue el que sufrió mayor mortalidad (30,4%). Pero esto puede ser atribuido a que en este tipo de animales se tenía poco interés para la explotación por ser productos de cruces no planificados y su desecho de la explotación no necesariamente fue la causa de muerte.

Por otro lado, Natarajan y Singh (1978) encontraron que la mortalidad afectó con mayor severidad a los animales importados a zonas tropicales, que los animales nacidos en este ambiente aún cuando se trataban de los mismos grupos raciales. Esto puede dar una explicación del comportamiento comparativo observado para los grupos J y C, ya que los primeros, aunque corresponden a una raza exótica, no se vieron tan afectados por el ambiente tropical al ser nativos del lugar, además de que puede estar influyendo la selección natural. Otras investigaciones en la India (Jain y Sharma, 1982) reportan que la mortalidad de terneras  $F_2$  Pardo Suizo x Sahiwal o Red Sindhi (PS x S o RS) ascendió a 6.4% mientras que terneras  $F_3$  PS x S o RS no sufrieron pérdidas en la etapa de 6 a 12 meses de edad. Estas pérdidas resultaron ser menores a las encontradas para el grupo racial Pardo Suizo x Cebú en este estudio.

Por otro lado, las tasas de sobrevivencia encontradas para el grupo racial Jersey y sus cruces, son inferiores a las encontradas por Rao (1983) en la India, en un hato de ganado Jersey y sus cruces con Cebú, aunque no se especifica el tipo de explotación en que estaban estos animales. De igual forma los resultados encontrados en mortalidad de terneros cruzados Pardo Suizo x Cebú fueron superiores a los observados por Vaccaro y Vaccaro (1981) en Venezuela, señalando que el hato estaba en condiciones de estabulación completa con altos niveles de alimentación

contribuyéndose así a que los animales no tuviera que soportar el ambiente desfavorable (tropical) en forma directa.

Utilizando los componentes de varianza correspondientes  $\sigma^2_V$  y  $\sigma^2_{TOT}$  (Cuadro 11) se obtuvo una estimación de  $r$  el cual fue de  $0,05 \pm 0,02$  (Cuadro 12). El valor de  $r$  obtenido en este estudio puede ser explicado con el mismo razonamiento que los anteriores parámetros. También se estimó  $h^2$  a través de las correlaciones entre medias hermanas paternas utilizando los componentes de varianzas  $\sigma^2_P$  y  $\sigma^2_{TOT}$  (Cuadro 11) generados a partir de los Modelos 2 y 3. La  $h^2$  para S12M fue de  $0,036 \pm 0,09$  y  $1,05 \pm 0,12$  en las escalas binomial y normal, respectivamente. Como se ha discutido en las anteriores etapas consideradas en este estudio el valor encontrado para  $h^2$  de sobrevivencia puede ser un poco elevado a lo esperado para esta clase de características (Robertson y Lerner, 1949; Smith, 1977; Dearborn et al., 1973). Puesto que la información respecto a la  $h^2$  para esta característica en la literatura es escasa no se pueden hacer comparaciones del valor obtenido aquí con los reportado. De todas maneras el valor de  $h^2$  para S12M en este estudio sugiere la existencia de variabilidad genética aditiva que puede ser usada como criterio adicional en la selección de sementales bajo las condiciones de Turrialba o bien trópico húmedo.



#### 4.5 Supervivencia hasta el primer parto.

En el presente trabajo las medias de mínimos cuadrados y su error estándar para supervivencia de terneras de doce meses hasta el primer parto (SPP) fue de  $0,83 \pm 0,02$ , lo que representa 17% de mortalidad. Considerando la mortalidad en SPP es interesante notar que son pocos los trabajos que reportan mortalidades similares a las encontradas en este estudio. Por ejemplo, Carneiro y Lush (1954) en Brasil, encontraron que la mortalidad de hembras en un hato Pardo Suizo, fue de alrededor de 20%, cuando consideraron las pérdidas hasta el primer parto. En la India, Amble y Jain (1966) encontraron que la mortalidad de bovinos hasta la edad de primer parto fue 14,46%. Sin embargo estos resultados no concuerdan con los reportados por otros autores (Clark, 1957; Dickinson y Touchberry, 1961; Joviano et al., 1963; McDowell y McDaniel, 1968; Madsen y Vinther, 1975; Natarajan y Singh, 1978; Vaccaro y Vaccaro, 1981). Clark (1957) reporta que la mortalidad de novillas desde el destete hasta el primer parto fue 9,6%. Por otro lado, Vaccaro y Vaccaro (1981), en Venezuela reportan que la mortalidad de hembras Pardo Suizas x Cebú y Holstein Friesian x Cebú ascendió a 9,9% cuando se consideró el periodo de 9 meses de edad hasta el primer parto. Esta información da una clara evidencia de que la supervivencia hasta el primer parto encontrada en este estudio, puede ser

considerada como muy mala y que no puede ser atribuída en su totalidad a la raza de ganado en estudio (De Alba, 1985b).

#### 4.5.1 Efectos ambientales.

En el análisis de varianza de mínimos cuadrados para SPP (Cuadro 5) mostró efectos importantes de grupo racial ( $P < 0,01$ ), año de parto ( $P < 0,01$ ), edad de la vaca al parto ( $P < 0,05$ ) y el peso de la vaca al parto ( $P < 0,05$ ). Estos resultados fueron obtenidos empleando el Modelo 1. El peso de la cría al nacimiento no fue una fuente de variación importante para SPP. Las medias de mínimos cuadrados y su error estándar para SPP de acuerdo al año de parto se presentan en el Cuadro 6. Se puede apreciar en este cuadro que el año 1961 presenta la mayor sobrevivencia con  $1,04 \pm 0,06$ , mientras que en el año 1980 la sobrevivencia solo fue  $0,56 \pm 0,07$ , pudiéndose apreciar fluctuaciones erráticas en la sobrevivencia a través de los años de estudio pero que pareciera obedecer a una función cuadrática en general (Figura 9). La sobrevivencia de las terneras se vio afectada significativamente ( $P < 0,01$ ) por el año de parto, pudiéndose asociar este efecto al manejo que recibían los animales, pues este varió en forma significativa por los cambios en administración o políticas en el sistema de explotación. Resultados similares a los encontrados en este estudio son reportados por Vaccaro y Vaccaro (1981). Estos autores encontraron que la

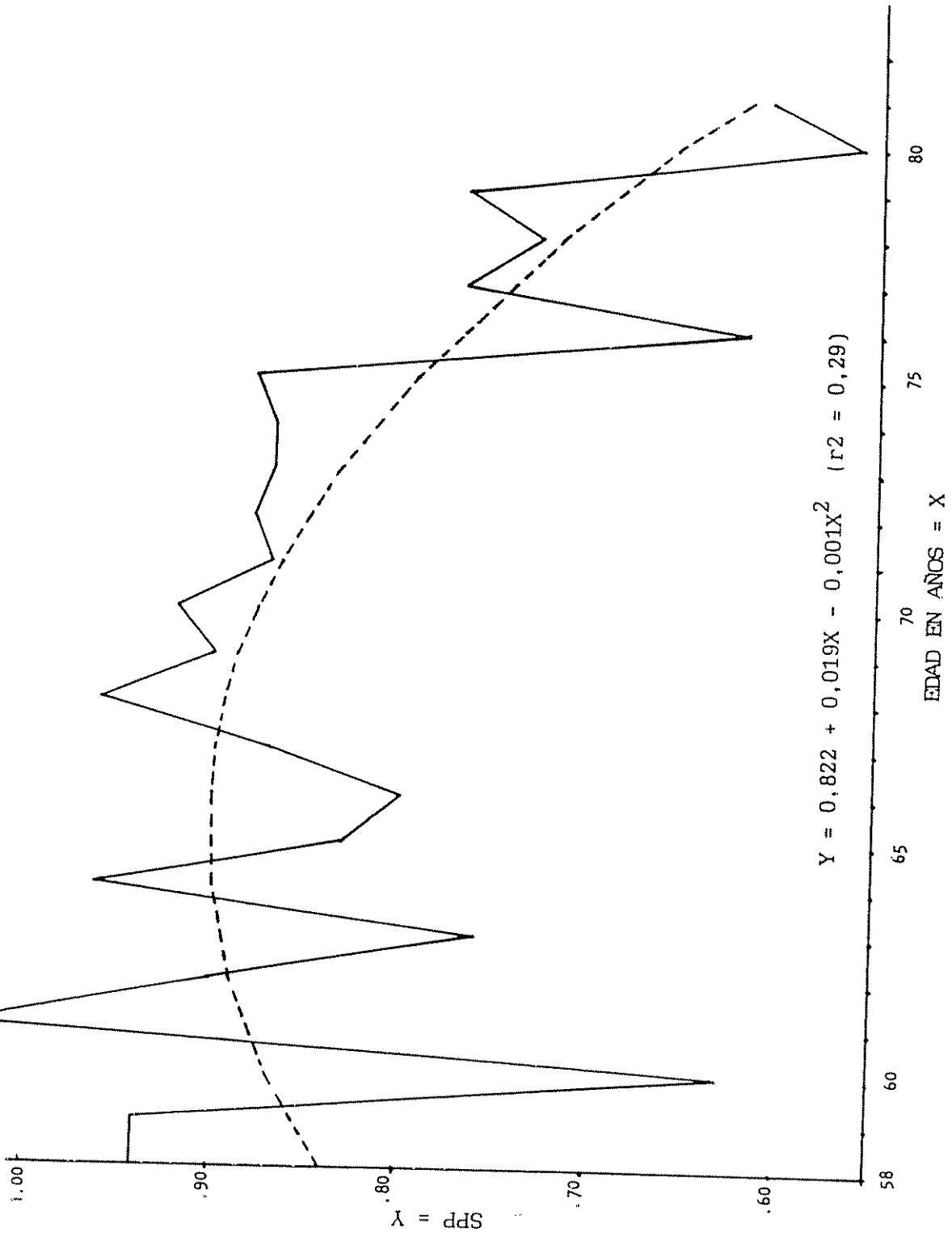


Figura 9. Sobrevivencia de terneras hasta primer parto por año de nacimiento.

sobrevivencia de hembras de toros Pardo Suizo y Holstein Friesian se vió afectada por el año de parto en forma significativa ( $P < 0,01$ ), atribuyéndole este efecto a la disponibilidad de forraje en los diferentes años de estudio.

La sobrevivencia observada para esta etapa se considera como muy mala, si consideramos que la mortalidad de bovinos adultos es de alrededor de 10% (Vaccaro, 1973). Esto obliga a poner mayor énfasis en el sistema de cría para mejorar la sobrevivencia de las novillas y de definir cuales son los factores que se deben considerar como prioritarios, ya se trate del componente animal o el sistema como un todo.

En cuanto a la edad de la vaca al parto existe una amplia variación ( $P < 0,05$ ) entre la sobrevivencia de terneras obtenidas de las distintas edades de vacas, variando de  $0,69 \pm 0,10$  a  $0,98 \pm 0,04$  que corresponden a las SPP de terneras nacidas de vacas de 13 y 12 años de edad, respectivamente (Cuadro 7). Ahora bien, resulta ser difícil interpretar la importante influencia encontrada para el efecto de la edad de la vaca al parto sobre SPP pero puede ser hipotéticamente que las vacas dependen de su edad fisiológica para determinar la sobrevivencia de sus crías. Sugiriéndose que puede ser efecto del genotipo de la cría (suponiendo otros efectos ambientales, como manejo constante) sobre SPP suponiendo que recibió una carga genética (otros genes) diferentes a los que recibió su hermano cuando la vaca era más joven, lo que lo capacita

para sobrevivir a una edad determinada. Esto sugiere un caso de interacción de genotipo por medio ambiente. Este punto amerita más estudio, pues en el presente trabajo no fue posible cuantificar esto y sobre todo estudiar el efecto de esta interacción sobre algunos parámetros genéticos. Aunque las fluctuaciones en SPP son erráticas en la Figura 10 se puede observar una ligera tendencia en aumentar la sobrevivencia de las terneras a medida que aumenta la edad de la vaca (8 años) para volver a disminuir en vacas seniles.

También se encontró en el análisis de varianza de mínimos cuadrados que el peso de la vaca al parto (como covariable) tuvo un efecto significativo ( $P < 0,05$ ); (Cuadro 5) sobre SPP. Como en el caso anterior esta respuesta no tiene una explicación clara al no existir ninguna relación ambiental directa de la madre y la ternera a esta edad por lo que se puede hipotetizar la existencia de la interacción genotipo por medio ambiente.

#### 4.5.2 Efectos genéticos.

Al igual que en las características antes consideradas se estudiaron las influencias de grupo racial, padres dentro de grupo racial y vacas como efectos genéticos, empleando los Modelos 1, 2 y 3, descritos en la parte de materiales y métodos. El efecto de grupo racial

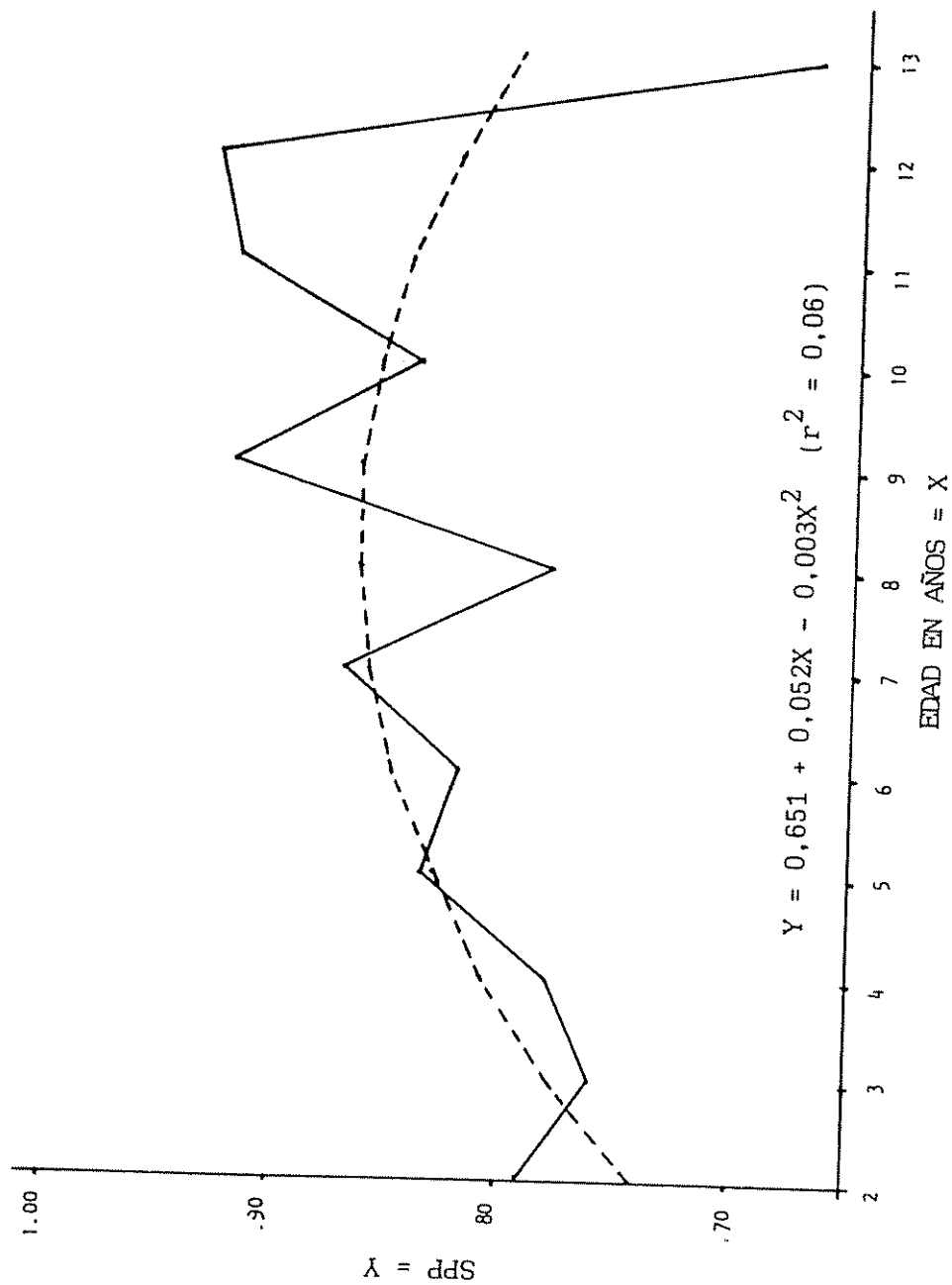


Figura 10. Sobrevivencia de terneras hasta primer parto por edad de la vaca.

fue fuente de variación importante ( $P < 0,01$ ) en SPP (Cuadro 5). En el Cuadro 8 se puede apreciar las medias de mínimos cuadrados y su error estándar para SPP de acuerdo al grupo racial de la madre. La mayor sobrevivencia correspondió al grupo racial  $AF_1$  con  $0,98 \pm 0,04$  y el menor comportamiento para esta característica correspondió a PSC con  $0,66 \pm 0,05$ . Esto sugiere que existe un efecto de heterosis para sobrevivencia cuando se combinan más de tres razas en un sistema de cruzamiento. Resultados similares encontró Buvanendran (1977) en Australia. Este autor al analizar la sobrevivencia de terneras Ayrshire x Jersey-Sindhi y Jersey-Sindhi, reportó una sobrevivencia mayor para los animales producto del cruzamiento de tres razas, atribuyéndole el efecto a la heterosis individual así como maternal. Estos resultados están de acuerdo con los encontrados por Amble y Jain (1966), quienes reportan que el grupo racial afecto significativamente ( $P < 0,01$ ) la mortalidad de hembras hasta el primer parto. Los animales más afectados fueron los del grupo racial Sahiwal siendo nativos con pérdidas de 28%, mientras que los animales  $F_1$  (Sahiwal x mestizos) registraron tasas de 4%. Así mismo Madsen y Vinther (1975) analizando los datos de un programa de cruzamiento en la India, encontraron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) en la mortalidad de los genotipos estudiados, siendo el genotipo más afectado, el exótico con 23,7%, mientras que la mortalidad en animales  $F_1$  (Sahiwal x Rojo Danés) fue 1,5%. Los trabajos antes citados al igual que el presente

estudio dan una fuerte indicación del efecto positivo que tiene cruzamiento en disminuir la mortalidad. Sin embargo, los resultados encontrados en este trabajo no concuerdan con los reportados por Dickinson y Touchberry (1961) quienes indican que el grupo racial no tuvo efecto sobre la sobrevivencia de terneras de 12 a 24 meses de edad. Así mismo Joviano et al. (1963) encontraron que la mortalidad en terneras de más de un año de edad no se afectó por el grupo racial, aún cuando existían animales puros de la raza Jersey (raza exótica). Otros trabajos reportan que no existe efecto significativo del grupo racial en la sobrevivencia de terneras de edad avanzada (McDowell y McDaniel, 1968; Natarajan y Singh, 1978; Vaccaro y Vaccaro, 1981). Probablemente esto se debe a que los animales estaban bajo condiciones de estabulación completa o recibían altos niveles de concentrado como suplementación al pastoreo lo que disminuía el estrés al ambiente desfavorable.

Utilizando el Modelo 2 se estimó  $r$  para SPP empleando los componentes de varianzas de vacas ( $\sigma^2_V$ ) y total ( $\sigma^2_{TOT}$ ) (Cuadro 11). El análisis de varianza de mínimos cuadrados de este modelo se puede observar en el Cuadro 9. El valor de  $r$  obtenido en este estudio para SPP fue de  $0,08 \pm 0,03$ . La poca disponibilidad de información en la literatura sobre tal parámetro genético para este tipo de característica hace difícil establecer una comparación con el valor obtenido en el presente estudio. Entre los pocos que se pueden citar está el de Davenport et al. (1965)



quienes reportan  $r$  para cosecha de terneros en la misma vaca de 0,08, sin indicar si estos terneros destetados llegan o no a una edad reproductiva determinada.

También se estimó  $h^2$  a través de la correlación entre medias hermanas paternas utilizando los componentes de varianzas de padres dentro de grupo racial ( $\sigma^2_p$ ) y el total ( $\sigma^2_{TOT}$ ) (Cuadro 11) generados a partir de los Modelos 2 y 3. El análisis de varianza para los modelos antes mencionados se pueden observar en los Cuadros 9 y 10. El valor de  $h^2$  obtenido en este estudio fue de  $0,18 \pm 0,09$  en la escala binomial mientras que fue de  $0,72 \pm 0,12$  en la escala normal. Los  $h^2$  obtenidos aquí sugieren al igual que en algunos casos anteriores, la existencia de la variabilidad genética aditiva que se puede usar como un criterio adicional al seleccionar los sementales de la finca Experimental del CATIE.

En esta etapa se observa la misma situación ocurrida en las etapas anteriormente estudiadas, el índice de herencia es mayor al valor estimado para la repetibilidad, lo cual no está de acuerdo con lo normalmente esperado (Falconer, 1980). Esto puede ser explicado en el mismo término como en las anteriores edades.

#### 4.6 Análisis de endogamia.

En la Estación Experimental del Departamento de Producción Animal del CATIE, se ha venido trabajando con el ganado Criollo Lechero desde 1951, que como se mencionó en el capítulo de materiales y métodos, fue formado a partir de un pequeño lote comprado en Saborío, Limón, Costa Rica, y de la importación de animales provenientes de Rivas, Nicaragua, y de Choluteca, Honduras, principalmente. Como el intercambio de animales dentro de la población ha sido limitado, se pensaba que el apareamiento entre animales emparentados se había realizado en respuesta al pequeño grupo con que se había iniciado. Esto podría ocasionar la presencia de endogamia, cuyo efecto es negativo, como ya se conoce y para asegurar que no estaba influyendo en la estimación de los parámetros genéticos como  $h^2$ . Por tal motivo en el presente estudio se realizó un análisis para determinar el coeficiente de consanguinidad del hato Criollo, para determinar su magnitud e importancia.

Utilizando el Procedimiento Endogamia (S.A.S., 1983), se analizaron los datos de 471 animales Criollo considerados en este estudio. El coeficiente de consanguinidad promedio fue de 1,49 por ciento, con un promedio de coancestros de 2,28 por ciento, estos resultados indican que el nivel de consanguinidad es bajo. Asimismo, Fuentes et al. (1971) analizando datos del mismo hato de donde proceden los datos del presente estudio, pero correspondientes a los años de

1948 a 1967, encontraron que el nivel de consanguinidad fue de 2,20% determinándolo como bajo. Con estos valores tan bajos ya no era necesario realizar ajustes por el posible efecto de endogamia o consanguinidad sobre las características estudiadas en este trabajo. Es probable que niveles de consanguinidad inferiores al 20% no sean importantes también para estas características como lo señalan Bartlett y Margolin (1949).

## 5. CONCLUSIONES.

Información sobre mortalidad de terneras en diferentes edades procedente de la finca experimental del CATIE, fue analizada para estudiar la sobrevivencia al nacimiento (SNA), a 2 (S2M), 6 (S6M) y 12 (S12M) meses de edad así como al primer parto (SPP). Los animales hasta los 2 meses de edad reciben 10% de su peso vivo en leche entera, concentrado ad libitum y acceso a praderas. De 2-6 meses reciben 1,5 kg de concentrado como suplemento al pastoreo y de 6 meses a primer parto están en condiciones de pastoreo exclusivo. El procedimiento analítico fue el de mínimos cuadrados y máxima verosimilitud empleando tres modelos estadísticos. El primero fue un modelo fijo el cual incluyó los efectos del grupo racial de la madre (GRM), año de parto (AP), edad de la vaca al parto (EDV), peso de la vaca al parto (PVP) y peso de la cría al nacimiento (PNC), los dos últimos se consideraron como covariables. El objetivo del primer modelo fue para caracterizar los diferentes genotipos, Criollo (C), Jersey (J), 1/2 C-1/2 J ( $F_1$ ), 1/2 J-1/2 C ( $F_1$ ), 3/4 c-1/4 J, 3/4 J-1/4 C, C x otras, J x otras, Pardo Suizo x Cebú, Durham x otras, Ayrshire x  $F_1$  y Rojo Danés x  $F_1$  lecheros para las características de sobrevivencia. En el segundo modelo se incluyeron todos los efectos principales incluidos en el Modelo 1 a excepción del GRM que fue sustituido por el efecto aleatorio de las vacas

(V), mientras que en el tercer modelo el efecto aleatorio de padres dentro de grupo racial (P) fue incluido además de los incluidos en el Modelo 1. Utilizando los Modelos 2 y 3 se obtuvieron estimadores de los componentes de varianza de P ( $\sigma^2_P$ ), V ( $\sigma^2_V$ ) y el error aleatorio sintetizado ( $\sigma^2_E$ ). Estos componentes fueron utilizados para estudiar los parámetros genéticos como índice de herencia ( $h^2$ ) y de constancia (r) para SNA, S2M, S6M, S12M y SPP. Como las características estudiadas fueron categóricas el  $h^2_B$  obtenido a base de una distribución binomial fue ajustado a la escala normal ( $h^2_N$ ) mediante la transformación probit. En base a los resultados obtenidos en los análisis anteriores se pueden enumerar las siguientes conclusiones:

1. Para SNA; los efectos de AP y EDV fueron fuentes de variación importantes ( $P < 0,01$ ), las vacas de 10 años tendían a producir crías con mayor sobrevivencia y en cuanto a AP hubo fluctuaciones erráticas aunque tuvo una tendencia de tipo cuadrático. Los valores estimados de  $h^2_B$ ,  $h^2_N$  y r para SNA fueron  $0,09 \pm 0,05$ ,  $0,18 \pm 0,06$  y  $0,24 \pm 0,02$ , respectivamente.
  
2. Para S2M; los efectos de AP y PNC fueron fuentes de variación importantes ( $P < 0,01$ ). El AP sigue afectando la sobrevivencia de terneras en forma errática pero manteniendo la tendencia de tipo cuadrático, mientras que PNC empezó de ser crítico para S2M aproximadamente a

- 34 kg. Los valores de  $h^2_B$ ,  $h^2_N$  y  $r$  para S2M fueron  $0,04 \pm 0,06$ ,  $0,12 \pm 0,07$  y  $-0,02 \pm 0,02$ , respectivamente.
3. Para S6M; de los efectos ambientales, los efectos de AP afectaron significativamente ( $P < 0,01$ ) S6M. Los valores de  $h^2_B$ ,  $h^2_N$  y  $r$  para S6M fueron  $0,12 \pm 0,12$ ,  $0,41 \pm 0,07$  y  $-0,005 \pm 0,03$ , respectivamente.
  4. Para S12M; los efectos de año de parto y grupo racial de la vaca fueron fuentes de variación importantes ( $P < 0,01$ ). Las vacas de grupo racial Jersey x otras tendían a producir crías con mayor S12M, en cuanto a los AP se siguen observando las fluctuaciones erráticas aunque con tendencia de tipo cuadrático. Los valores de  $h^2_B$ ,  $h^2_N$  y  $r$  para S12M fueron  $0,36 \pm 0,09$ ,  $1,05 \pm 0,12$  y  $0,05 \pm 0,03$ .
  5. Para SPP; los efectos de AP y GRM fueron fuentes de variación importantes ( $P < 0,01$ ), así como también los efectos de EDV y PVP ( $P < 0,05$ ). Al igual que en SNA las vacas de más edad (8 años) tendían a producir crías con mayor sobrevivencia. También se mantienen las fluctuaciones erráticas de AP, pero siempre asociada a la tendencia del tipo cuadrático. Los valores estimados de  $h^2_B$ ,  $h^2_N$  y  $r$  para SPP fueron  $0,18 \pm 0,09$ ,  $0,72 \pm 0,12$  y  $0,08 \pm 0,03$ , respectivamente.

6. Los valores obtenidos para S2M, S6M, S12M y SPP en este estudio fueron inferiores que los de  $h^2$  (inclusive negativos) con la excepción de SNA lo cual da indicación de la poca relación entre un registro con el subsiguiente registro dentro de una misma vaca. Este fue de esperarse debido a la naturaleza del estudio al considerar solo los registros de partos que dieron origen a una hembra. Lo que posiblemente contribuyó a tener autocorrelaciones, por existir registros con diferentes distancias. Los  $h^2$  fueron moderadamente altos para las características de sobrevivencia consideradas en este estudio. Esto implica la posibilidad de incluir estas características como criterios adicionales de selección de los sementales reproductores.

## 6..RECOMENDACIONES

A partir de los resultados obtenidos en el presente trabajo se pueden generar las siguientes recomendaciones:

1. Es evidente que hay que preocuparse en revertir las tendencias (negativas) observadas en la sobrevivencia de las terneras a través de los años estudiados. Una posibilidad de hacer esto puede ser el de enfatizar más en el sistema de manejo (incluyendo sistema de crianza de terneras), alimentación (que puede incluir manejo y mejoramiento de praderas), sanidad y manejo reproductivo del hato.
2. Como la edad de la vaca demostró ser un efecto importante en la sobrevivencia de las terneras se recomienda vigilar más de cerca las vaquillas próximas a parir, con el fin de observar su condición corporal.
3. Establecer una política bien definida, sobre el seguimiento de todas y cada una de las prácticas que se realizan en la estación experimental del CATIE, con el fin de identificar posibles factores que afectan la mortalidad de las terneras.
4. Las cruzas entre Criollo (C) y Jersey (J) tuvieron comportamientos semejantes a los animales puros C y J



implicando con esto una falta de heterosis para la característica de sobrevivencia. Sin embargo, las terneras Ayrshire x  $F_1$  presentaron mejor comportamiento para sobrevivencia total. Lo que da indicación de la necesidad de conservar el Criollo como un recurso genético tropical que puede ser usado en un sistema de cruzamiento apropiado para mejorar la sobrevivencia de terneras.

5. Como SNA, S2M, S6M, S12M y SPP cuentan con  $h^2$  de valores apreciables, sugieren que estas características sean utilizadas como criterios adicionales de selección en las pruebas de sementales que en la actualidad se hacen.

## 7. LITERATURA CITADA

- ALBRIGHT, J. L. y ALLISTON, C. W. 1971. Effects of varying the environment upon the performance of dairy cattle. *Journal of Animal Science* 32(3):556-557.
- AMBLE, V. N. y JAIN, J. P. 1966. Review of crossbreeding work in cattle in India. In Seminar on Animal Breeding, Haringhatta/Calcutta. New Delhi, Indian Council of Agricultural Research. p. 16-63.
- AMIEL, D. K. y MOODIE, E. W. 1973. Dairy herd wastage in south eastern Queensland. *Australian Veterinary Journal* 49(2):69-73.
- ANDERSON, D. C. y BELLOWS, R. A. 1967. Some causes of neonatal and postnatal calf losses. *Journal of Animal Sciences* 26(4):941. (Abstr.).
- APPLEMAN, R. D. y OWEN, F. G. 1975. Breeding, housing, and feeding management. *Journal of Dairy Science* 58(3):447-464.
- ARNOLD, P. T. D. y BECKER, R. B. 1953. Dairy calves their development and survival. Florida Agricultural Experimental Stations. Bulletin No. 529. 23 p.
- AURAN, T. 1972. Factors affecting the frequency of stillbirths in Norwegian cattle. *Acta Agriculturae Scandinavica* 22(3):178-182.
- BALI, M. K., JUNEJA, I. J., KHANNA, R. N. S. y SINGH, R. P. 1979. A clinical note on buffalo calf mortality. *Indian Journal of Dairy Science* 32(4):370-372.
- BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO. 1977. Aspectos de la producción agropecuaria de Centroamérica en el marco de la integración económica. BID-BIRF-AID, Washington, D. C. 95 p.
- BAR-ANAN, R., SOLLER, M. y BOWAN, J. C. 1976. Genetic and environmental factors affecting the incidence of difficult calving and perinatal calf mortality in Israeli-Friesian dairy herds. *Animal Production* 22:229-310.
- BARR, A. J. 1983. The inbreed procedure. In SAS Institute Inc., Sugi Supplemental Library User's Guide, 1983. Edition, Cary, NC:SAS Institute Inc. 402 pp.

- BARTLETT, J. W. y MARGOLIN, S. 1944. A comparison of inbreeding and outbreeding in Holstein-Friesian cattle. New Jersey Agricultural Experiment Station. Bulletin No. 712. 282 p.
- BECKER, W.A. 1975. Manual of quantitative genetics. Tercera edición. Washington, State University Press. 170 p.
- BODISCO, V. y ABREU, O. 1981. Producción de leche por vacas criollas puras. *In* Recursos genéticos animales en América Latina. Estudio FAO: Producción y Sanidad Animal, No. 22. Roma, Italia. pp. 17-39.
- BUVANENDRAN, V. 1977. Production characteristics of Jersey-Sindh grades in Sri Lanka. Australian Journal of Agricultural Research 28(4):747-753.
- CARNEIRO, G. G. y LUSH, J. L. 1954. Reproductive rates and growth of purebred Brown Swiss cattle in Brazil. Journal of Dairy Science 37(10):1145-1157.
- CARNEIRO, G. G., BROWN, P. P. y POMPEU, J. M. M. 1957. Eficiencia reproductiva de vacas leiteiras europeias em Pedro Leopoldo. Arquivos da Escola de Veterinaria 10:25-28.
- CLARK, C. H. 1957. A survey of dairy herd wastage in Queensland. Queensland Agricultural Journal 83:653-658.
- COMBELLAS, J., MARTINEZ, N. y CAPRILES, M. 1981. La raza Holstein en áreas tropicales de Venezuela. Producción Animal Tropical 6(3):237-244.
- CRUZ, U. O., KOGER, M., WARNICK, A. C., FRANKE, D. E., WILCOX, C. J. y MARTIN, F. G. 1976. Indices de herencia de la reproducción en ganado Braham. Memoria. Asociación Latinoamericana de Producción Animal 11:25-26.
- DAVIS, H. P. 1950. What becomes of animals born in a dairy herd during forty four years. Journal of Animal Science 9(4):636 (Abstr.).
- DAVENPORT, R. L., STONAKER, H. H., RIDDLE, K. y SUTHERLAND, T. M. 1965. Heritability of reproductive performance in inbreed and linecross beef cows. Journal of Animal Science 24(2)434-437.
- DE ALBA, J. 1985a. El criollo lechero en Turrialba. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 60 p.

- DE ALBA, J. 1985b. Reproducción Animal. México, D. F., Prensa Médica Mexicana. 538 p.
- DEARBORN, D. D., KOCH, R. M., CUNDIFF, L. U., GREGORY, K. E. y DICKERSON, G.E.. 1973. An analysis of reproductive traits in beef cattle. *Journal of Animal Science* 36(6):1032-1041.
- DEMPSTER, E. R. y LERNER, M. I. 1950. Heritability of threshold characters. *Genetics* 35:212-236.
- DICKEY, J. R. y CARTWRIGHT, T. C. 1966. Reproduction in tropically adapted beef cattle. *Journal of Animal Science* 25:251 (Abstr.).
- DICKINSON, F. N. y TOUCHBERRY, R. W. 1961. Livability of purebred vs. crossbreed dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 44(5):879-887.
- DONALD, H. P. 1963. Perinatal deaths among calves in a crossbreed dairy herd. *Animal Production* 5:87-95.
- DWIVEDI, V. K., SISODIA, B. V. S. y KUMAR, S. 1983. Statistical investigations on mortality of Holstein-Friesian calves raised in India. *Indian Journal of Animal Science* 22(3):817. (Abstr.).
- ELLIS, G. G. Jr. y CARTWRIGHT, T. C. 1963. Heterosis in Brahman-Hereford crossed. *Journal of Animal Science* 22 (3):817. (Abstr.).
- FALCONER, D. S. 1980. Introducción a la genética cuantitativa. Trad. Fidel Marquéz. Décima impresión. México, D. F., CECSA. 430 p.
- FRISCH, J. E. 1973. Comparative mortality rates of Bos indicus and Bos taurus cattle in Central Queensland. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 13:127-133.
- FUENTES, R., DEATON, O. y MUÑOZ, H. 1972. Efecto de la consanguinidad sobre algunas características del ganado lechero. Memoria Asociación Latinoamericana de Producción Animal 3:193.
- GREENE, H. J. 1978. Causes of dairy calf mortality. *Irish Journal of Agricultural Research* 17(3):295-301.
- GREGORY, K. E., CUNDIFF, L. V., SMITH, G. M., LASTER, D. B. y FITZHUGH, H. A. Jr. 1978. Characterization of biological types of cattle-cycle II. I. Birth and weaning traits. *Journal of Animal Science* 47(5):1022-1030.

- HARTMAN, D. A., EVERETT, R. W., SLACK, S. T. y WARNER, R. G. 1974. Calf mortality. *Journal of Dairy Science* 57(5):576-578.
- HARVEY, W. R. 1977. User's guide for LSML76. The Ohio State University, Columbus. 76 p. (Mimeo.).
- HARVEY, W. R. 1982. Least-squares analysis of discrete data. *Journal of Animal Science* 54(5):1067-1071.
- HERNANDEZ, A. P. 1965. Estudio de los caracteres de mayor repercusión económica en la reproducción de bovinos de leche puros y mestizos. Zona Central de Venezuela. *Revista Veterinaria Venezolana* 18(104):153-175.
- HERNADEZ, G. 1981. Las razas criollas colombianas para la producción de carne. In *Recursos genéticos animales en América Latina. Estudio FAO: Producción Animal, No. 22* Roma, Italia. pp. 52-57.
- HOLLON, B. F. y BRANTON, C. 1975. Performance of Holstein and crossbreed dairy cattle in Louisiana. III. Health and viability. *Journal of Dairy Science* 58(1):93-101.
- JAIN, D. K. y SHARMA, K. N. S. 1982. Note on the incidence of calf mortality among various genetic groups of Brown Swiss x Cebu crossbreed calves in an organized farm. *Indian Journal of Animal Sciences* 52(10):957-960.
- JENNY, B. F., GRAMLING, G. E. y GLAZE, T. M. 1981. Management factors associated with calf mortality in South Carolina dairy herds. *Journal of Dairy Science* 64(11):2284-2289.
- JOHNSON, R. V. y HARPESTAD, G. W. 1970. Calf losses in Illinois dairy herd improvement herds. *Journal of Dairy Science* 53(5):684. (Abstr.).
- JORGESESSON, L. J., JORGENSEN, N. A., SCHINGOETHE, D. J. y OWENS, M. J. 1970. Indoor versus outdoor calf rearing at three weaning ages. *Journal of Dairy Science* 53(6):813-816.
- JOVIANO, R., CARNEIRO, G. G., POMPEU, J. M. M., CAVALCANTI, G. R. P., COSTA, R. y CHACHAMOVITZ, N. 1963. Formação de um rebanho mestiço Jersey e sua eficiência reprodutiva. *Arquivos da Escola de Veterinária* 15:101-128.
- KOGER, M., MITCHELL, J. S., KIDDER, R. W., BURNS, W. C., HENTGES, Jr. J. F. y WARNICK, A. C. 1967. Factors influencing survival in beef calves. *Journal of Animal Science* 26(1):205. (Abstr.).

- KOGER, M., BURNS, W. C., PAHNISCH, O. F. y BUTTS, W. T. 1979. Genotype by environment interactions in Hereford cattle: I. Reproductive traits. *Journal of Animal Science* 49(2):396-402.
- LA VERNE, M. S. 1973. Health programs and disease problems in replacement calves. *Journal of Dairy Science* 56(2):315. (Abstr.).
- LASTER, D. B. y GREGORY, K. E. 1973. Factors influencing peri end early posnatal calf mortality. *Journal of Animal Science* 37(5):1092-1097.
- LASTER, D. B., GUMP, H. A., CUNDIFF, L. V. y GREGORY, K. E. 1973. Factors affecting dystocia and the effects of dystocia on subsequent reproduction in beef cattle. *Journal of Animal Science* 36(4):695-705.
- LINDHE, B. 1966. Dead and difficult births in cattle and measures for their prevention. *World Review of Animal Production* 2(4):53-58.
- LUSH, J. L., LAMOREUX, W. F. y HAZEL, L. N. 1948. The heritability of resistance to death in the fowl. *Poultry Science* 27(4):375-389.
- MADSEN, O. y VINTHER, K. 1975. Performance of purebred and crossbreed dairy cattle in Thailand. *Animal Production* 21:209-216.
- MALTOS, J. R. 1968. Genetic and environmental trends of growth and production in experimental herds under humid tropical conditions in Costa Rica. Ph. D. Thesis. Texas, A & M University. 108 p.
- MALTOS, J. R., CARTWRIGHT, T. C. y DE ALBA, J. 1970. Dos etapas de crecimiento de ganado lechero en el trópico húmedo. Memoria. Asociación Latinoamericana de Producción Animal 5:35-47.
- MASSIP, A. y PONDANT, A. 1975. Facteurs associés a la morbidité et a la mortalité chez les veaux: Résultats d'une enquête realises en fermes. *Annales de Médecine Veterinaire, Rue des Veterinaires 45,1070 Brussels, Belgium.*
- MCDOWELL, R. E. y McDANIEL, B. T. 1968. Interbreed matings in dairy cattle. II. Herd health and viability. *Journal of Dairy Science* 51(8):1275-1283.
- MELGAR, R. D. 1984. Caracterización fenotípica del ganado Criollo Barroso Salmenco de Guatemala. Tesis. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 40 p.

- MELLO, M. A. de. 1982. parametros geneticos de viabilidade de bezerros em um rebanho Canchim. Revista de Sociedade Brasileira de Zootecnia 11(4):681-694.
- MERINO, N., RODRIGUEZ, J. y PEREZ, B. 1982. Mortinatalidad del bovino. I. Comportamiento y morfología. Revista de Salud Animal 4(2):53-73.
- MILAGRES, J. C., DILLARD, E. U. y ROBISON, O. W. 1979. Heritability estimates for some measures of reproduction in Hereford heifers. Journal of Animal Science 49(3):668-674.
- MILLER, K. y GILMORE, L. 1949. Calf mortality, sex ratio and incidence of twinning in two University of Minnesota herds. Journal of Dairy Science 32(8):706. (Abstr.).
- MINISTERIO DE ECONOMIA, INDUSTRIA Y COMERCIO, COSTA RICA. 1974. Censo Agropecuario 1973. Dirección General de Estadística y Censos, San José, Costa Rica. 286 p.
- MORROW, R. 1965. Matching cattle and resources for efficient production: General considerations. University of Missouri-Columbia. (Mimeo.).
- NATARAJAN, C. y SINGH, R. 1978. Some observations on the mortality pattern of exotic cattle in India. Indian Journal of Animal Sciences 48(8):611-614.
- NATARAJAN, C., SHANKER, H. y SHING, R. 1980. Note on a three-year study on the pattern of mortality in cross-breed cattle in three livestock farms. Indian Journal of Animal Sciences 50(11):996-998.
- NORMAN, L. M., HOHENBOKEN, W. D. y KELLEY, K. W. 1981. Genetic differences in concentration on inmunoglobulins G<sub>1</sub> and M in serum and colostrum of cows and in serum of neonatal calves. Journal of Animal Science 53(6):1464-1472.
- NOTTER, D. R., CUNDIFF, L. V., SMITH, G. M., LASTER, D. B. y GREGORY, K. E. 1978. Characterization of biological types of cattle. VI. Transmitted and maternal effects on birth and survival traits in progeny of young cows. Journal of Animal Science 46(4):892-907.
- OEDRA, B. A. 1979. Calf mortality in Gir cattle. Indian Journal of Dairy Science 32(1):105-108.
- ORMISTON, E. E. 1949. Calf losses in a dairy herd consisting of five breeds. Journal of Dairy Science 32(7):712. (Abstr.).

- PHILIPSSON, J. 1976. Studies on calving difficulty, stillbirth and associated factors in Swedish cattle breeds. III. Genetic parameters. *Acta Agriculturae Scandinavica* 26(3):211-220.
- PRABHU, S. S. y CHATTERJEE, S. N. 1970. Incidence of abortions in Indian cattle. *Indian Journal of Animal Sciences* 40(3):266-276.
- PRESTON, T. R. y WILLIS, M. B. 1970. Intensive beef production. Gran Bretaña, Pergamon Press. 544 p.
- RAI, A. V., TSEWANG, T. y DEVARAJ, M. 1972. Calf mortality and factors influencing it in medium size buffaloes. *Indian Journal of Animal Sciences* 35(4):563-569.
- RAO, A. V. N. 1983. Incidence of calf mortality among different cattle breeds maintained in state farms in Andhra Pradesh. *Livestock Adviser* 8(2):43-45.
- ROBERTSON, A. y LERNER, M. I. 1949. The heritability of all-or-none traits: viability of poultry. *Genetics* 34:395-411.
- ROY, J. H. B. 1980. Symposium: Disease prevention in calves. Factors affecting susceptibility of calves to disease. *Journal of Dairy Science* 63(4):650-664.
- SCHUGEL, V. M. 1973. Health programs and disease problems in replacement calves. *Journal of Dairy Science* 56(2):315. (Abstr.).
- SECRETARIA DE INTEGRACION ECONOMICA CENTROAMERICANA (SIECA). 1974. Perspectivas para el desarrollo y la integración de la agricultura en Centroamérica. 2 volúmenes. SIECA-FAO, Guatemala.
- SERRANO, A. Q. 1982. La palpación rectal en el diagnóstico de los problemas reproductivos. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 24 p. (Mimeo.).
- SHARMA, K. N. S., JAIN, D. K. y NOBLE, D. 1974. Calf mortality in pure and crossbreed Cebu cattle and Murrah buffaloes reared artificially from birth. *Animal Production* 20:207-211.
- SHARMA, K. N. S. y JAIN, D. K. 1982. Note on calf mortality among Tharparkar crossed at an organized farm. *Indian Journal of Animal Sciences* 52(10):954-956.
- SHARMA, K. N. S. y JAIN, D. K. 1984. Factors affecting prenatal mortality in bovines. I. Breed, year and season differences. *Indian Journal of Animal Sciences* 54(4):297-300.



- SHARMA, M. C., PATHAK, N. N., HUNG, N. N., LIEN, N. H. y VUC, N. V. 1984. Mortality in growing Murrah buffalo-calves of Vietnam. *Indian Journal of Animal Sciences* 54(10):998-1000.
- SINGH, A. y PAREKH, H. K. B. 1982. Mortality rate in crossbreed calves. *Livestock Adviser* 7(10):21-26.
- SINGH, S. P. y SINGH, N. P. 1974. Studies on calf mortality: Incidence in Tarai area. *Indian Journal of Animal Sciences* 47(7):520-523.
- SISODIA, B. V. S., DWIVEDI, V. K. y KUMAR, S. 1984. Monetary loss associated with calf mortality in Holstein-Friesian calves. *Indian Journal of Animal Sciences* 54(1):105-109.
- SOARES, J. V. y CAMPANARUT, R. B. 1965. Eficiencia reproductiva de um rebanho de gado Jersey criado no vale do Paraiba (estado de Sao Paulo). *Revista da Faculdade de Medicina Veterinaria* 7(2):389-400.
- STOTT, G. H., WIERSMA, F., MENEFEY, B. E. y RADWANSKI, F. R. 1976. Influence of environment on passive immunity in calves. *Journal of Dairy Science* 59(7):1306-1311.
- TAJANE, K. R., SIDDIQUEE, G. M., RADADIA, N. S. y JHALA, V. M. 1983. Calf mortality in Mehsana buffaloes. *Indian Journal of Animal Sciences* 53(6):661-662.
- TOMAR, S! S! 1973. Influence of crossbreeding and other associated factors on calf losses. *Indian Journal of Animal Health* 12(2):135-138.
- UMOH, J. U. 1982. Relative survival of calves in a University herd in Zaria, Nigeria. *British Veterinary Journal* 138(6):507-514.
- VACCARO, L. P. 1973. Some aspects of the performance of purebreed and crossbreed dairy cattle in the tropics. Part 1. Reproductive efficiency in females. *Animal Breeding Abstracts* 41(12):571-576.
- VACCARO, L. P. 1974. Some aspects of the performance of european purebreed and crossbreed dairy cattle in the tropic. Part 2. Mortality and culling rates. *Animal Breeding Abstracts* 42(3):93-103.
- VACCARO, L. P. y VACCARO, R. 1981. pérdidas hasta el primer parto en hembras Pardo Suizo x Cebú y Holstein Friesian x Cebú en un sistema intensivo de producción de leche en el trópico. *Producción Animal Tropical* 6(4):337-347.

- VACCARO, R. y VACCARO, L. P. 1982. Edad al primer parto, reproducción y supervivencia prenatal en mestizas Holstein Friesian y Pardo Suizas en un sistema intensivo en el trópico. *Producción Animal Tropical* 7(3):201-207.
- VACCARO, L. P., VACCARO, R., CARDOZO, R. y BENEZRA, M. A. 1983a. Supervivencia de hembras Holstein y Frisonas importadas y de su progenie nacida en Venezuela. *Producción Animal Tropical* 8(2):97-109.
- VACCARO, R., CARDOZO, R. y VACCARO, L. P. 1983b. Comportamiento productivo, reproductivo y mortalidad en novillas Holstein importadas al trópico. *Producción Animal Tropical* 8(2):87-96.
- VAN VLECK, L. D. 1972. Estimation of heritability of threshold characters. *Journal of Dairy Science* 55(2):218-225.
- VERDE, O. y BODISCO, V. 1976. Peso al nacer y al primer parto en ganado criollo venezolano. Memoria. Asociación Latinoamericana de Producción Animal 11:181-188.
- VERMA, P. C. y KALRA, D. S. 1974. Mortality in buffalo calves (*Bos bubalis*). *Indian Journal of Animal Sciences* 44(3):163-168.
- WIJERATNE, W. V. S. 1970. Crossbreeding Sinhala cattle with Jersey and Friesian in Ceylon. *Animal Production* 12:473-483.
- WILCOX, J. A., CURL, J. A., ROMAN, J., SPURLOCK, A. H. y BECKER, R. B. 1966. Life span and livability of crossbreed dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 49(8):991-994.
- WILKINS, J., ROJO, F. y MARTINEZ, L. 1984. El proyecto de ganado Criollo de Santa Cruz, Bolivia. Documento No. 47 (Bolivia). 20 p. (Mimeo.).
- WOODWARD, R. I. y CLARK, R. T. 1959. A study of stillbirth in a herd of range cattle. *Journal of Animal Science* 18(1):85-90.

APENDICE

Cuadro 1A. Formato utilizado para almacenar información sobre mortalidad de terneras.

No. columna	Descripción
1-4	Identificación de la vaca
6-7	Raza o grupo racial de la vaca
9-10	Raza del padre de la vaca
12-15	Identificación de la madre de la vaca
17-18	Raza o grupo racial de la madre de la vaca
20-21	Peso al nacimiento de la vaca
23	Variable que indica si dio origen a un parto 0=No 1=Si
25-26	Grupo genético de la cría de la vaca en cuestión
29	Variable de mortalidad por aborto 1=No 0=Si
31	" " natimorto 1=No 0=Si
33	" " pérdida perinatal 1=No 0=Si
35	" " " a 12 meses de edad
37	" " " a 6 " " "
39	" " " a 12 " " "
41	" " " antes de primer parto
52	" que indica que dio origen a un primer parto
55-56	Número de parto
58-59	Causa de la muerte
61-64	Identificación del padre de la cría
66-67	Raza del padre de la cría
69-74	Fecha de muerte (día, mes, año)
76-77	Peso nacimiento de la cría
79	Sexo 1=desconocido 2=hembra

Cuadro 2A. Clasificación y código según la causa de muerte de terneras en el hato lechero de la Estación Experimental del CATIE.

Causa de muerte o descarte	Código
Diarrea	01
Neumonía	02
Leptospirosis	03
Aborto	04
Experimentación	05
Parásitos pulmonares	06
Problemas digestivos	07
Parásitos externos (Piroplasma-anaplasma)	08
Accidentes	09
Envenenamiento	10
Causa desconocida	11
Natimorto	12
Venta sin haber parido	13
Desaparece del análisis por falta de edad (30-12-84)	14
Pierna negra-septicemia	15

Cuadro 3A. Formato utilizado para almacenar la información de los individuos en el hato para estudiar sobrevivencia.

No. Columna	Descripción
1-4	Identificación vaca
6-11	Fecha nacimiento de la vaca
13-16	Identificación del padre de la vaca
18-19	Raza del padre de la vaca
21-24	Identificación madre de la vaca
26-27	Raza madre de la vaca
29-30	Peso al nacimiento de la vaca
30-33	Raza de la vaca
35-37	Peso al parto de la vaca
39-44	Fecha de parto de la vaca
46-47	Raza de la cría de la vaca
49	Aborto
51	Natimorto
53	Pérdida perinatal
55	Muerte a 2 meses
57	Muerte a 6 meses
59	Muerte a 12 meses
61	Muerte a primer parto
63	Sobrevivió y dio origen a primer parto
65-66	Número de parto
68-69	Causa de muerte
71-74	Identificación del padre de la cría
76-77	Fecha de muerte
86-87	Peso nacimiento de la cría
89	Sexo 1 = desconocido 2 = hembra

Cuadro 4A. Distribución del número de observaciones por grupo racial, que se obtuvieron de los registros de reproducción de la Estación Experimental del CATIE.

Grupo racial	Código	Frecuencia	Porcentaje
Criollo (C)	1	714	33,61
1/2 C - 1/2 J ( $F_1$ )	3	154	7,25
3/4 C - 1/4 J	5	69	3,25
C x otras	7	124	5,84
Jersey (J)	2	287	13,51
1/2 J - 1/2 C ( $F_1$ )	4	157	7,39
3/4 J - 1/4 C	6	77	3,63
J x otras	8	110	5,18
Pardo Suizo x Cebú	9	92	4,33
Durham x otras	10	81	3,81
Ayrshire x $F_1$	11	225	10,59
Rojo Danés x $F_1$	12	34	1,60

Nota: Los grupos raciales Guernsey, Holstein Rojo, Romo Sinuano, Cebú y desconocido fueron eliminados cuando su aportación era mayor al de los genotipos mencionados en el cuadro.

Cuadro 5A. Número de registros observados por año de parto.

Año	Número de observaciones	Porcentaje
1958	100	4,708
1959	55	2,589
1960	60	2,825
1961	60	2,825
1962	62	2,919
1963	64	3,013
1964	76	3,578
1965	84	3,955
1966	97	4,567
1967	113	5,320
1968	69	3,249
1969	103	4,849
1970	88	4,143
1971	97	4,567
1972	98	4,614
1973	94	4,426
1974	102	4,802
1975	73	3,437
1976	53	2,495
1977	84	3,955
1978	75	3,531
1979	82	3,861
1980	61	2,872
1981	70	3,929
1982	46	2,166
1983	85	4,002
1984	73	3,437

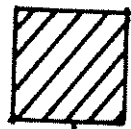
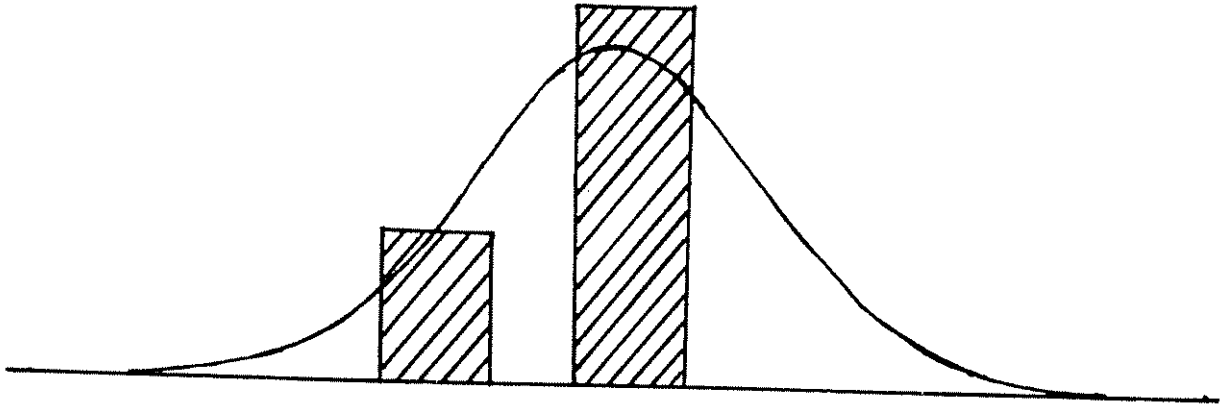
Nota: Los años 1954, 1955, 1956 y 1957 fueron incluidos en el año de 1958.



Cuadro 6A. Número de observaciones correspondientes a edad de la vaca al parto.

Edad de la vaca al parto	Número de observaciones	Porcentaje
2	108	5,085
3	497	23,399
4	380	17,891
5	285	13,418
6	202	9,510
7	166	7,815
8	140	6,591
9	91	4,284
10	86	4,049
11	62	2,919
12	45	2,119
13	62	2,919

Nota: Las observaciones correspondientes a las edades de 14, 15, 16 y 17 años fueron incluidas en la clase de 13 años.



$h_B^2$  Distribución binomial

$h_B^2 = 0,04$

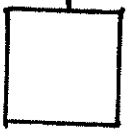
$P = 0,90$

$0,90 - 0,50 = 0,90$

$Z_{0,40} = 0,1758$

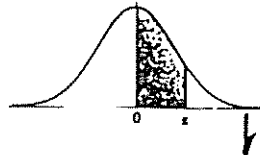
$h_N^2 = h_B^2 \frac{P(1-P)}{z^2}$  Transformación Probit

$h_N^2 = 0,04 \frac{0,90(1-0,9)}{0,1758} = 0,12$



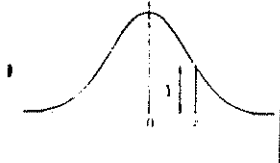
$h_N^2$  Distribución Normal

AREAS BAJO LA CURVA NORMAL TIPIFICADA DE 0 a z



z	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.0	0.0000	0.0040	0.0080	0.0120	0.0160	0.0199	0.0239	0.0279	0.0319	0.0359
0.1	0.0398	0.0438	0.0478	0.0517	0.0557	0.0596	0.0636	0.0675	0.0714	0.0754
0.2	0.0793	0.0832	0.0871	0.0910	0.0948	0.0987	0.1026	0.1064	0.1103	0.1141
1.0	0.3413	0.3438	0.3461	0.3485	0.3508	0.3531	0.3554	0.3577	0.3599	0.3621
1.1	0.3643	0.3665	0.3686	0.3708	0.3729	0.3749	0.3770	0.3790	0.3810	0.3830
1.2	0.3849	0.3869	0.3888	0.3907	0.3925	0.3944	0.3962	0.3980	0.3997	0.4015
1.3	0.4032	0.4049	0.4066	0.4082	0.4099	0.4115	0.4131	0.4147	0.4162	0.4177
1.4	0.4192	0.4207	0.4222	0.4236	0.4251	0.4265	0.4279	0.4292	0.4306	0.4319

ORDENADAS (1) DE LA CURVA NORMAL TIPIFICADA EN z



z	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.0	0.3989	0.3989	0.3989	0.3988	0.3986	0.3984	0.3982	0.3980	0.3977	0.3973
0.1	0.3970	0.3965	0.3961	0.3956	0.3951	0.3945	0.3939	0.3932	0.3925	0.3918
0.2	0.3910	0.3902	0.3894	0.3885	0.3876	0.3867	0.3857	0.3847	0.3836	0.3825
1.0	0.2420	0.2396	0.2371	0.2347	0.2323	0.2299	0.2275	0.2251	0.2227	0.2203
1.1	0.2179	0.2155	0.2131	0.2107	0.2083	0.2059	0.2036	0.2012	0.1989	0.1965
1.2	0.1942	0.1919	0.1895	0.1872	0.1849	0.1826	0.1804	0.1781	0.1758	0.1736
1.3	0.1714	0.1691	0.1669	0.1647	0.1626	0.1604	0.1582	0.1561	0.1539	0.1518
1.4	0.1497	0.1476	0.1456	0.1435	0.1415	0.1394	0.1374	0.1354	0.1334	0.1315

Figura 1A. Transformación probit.

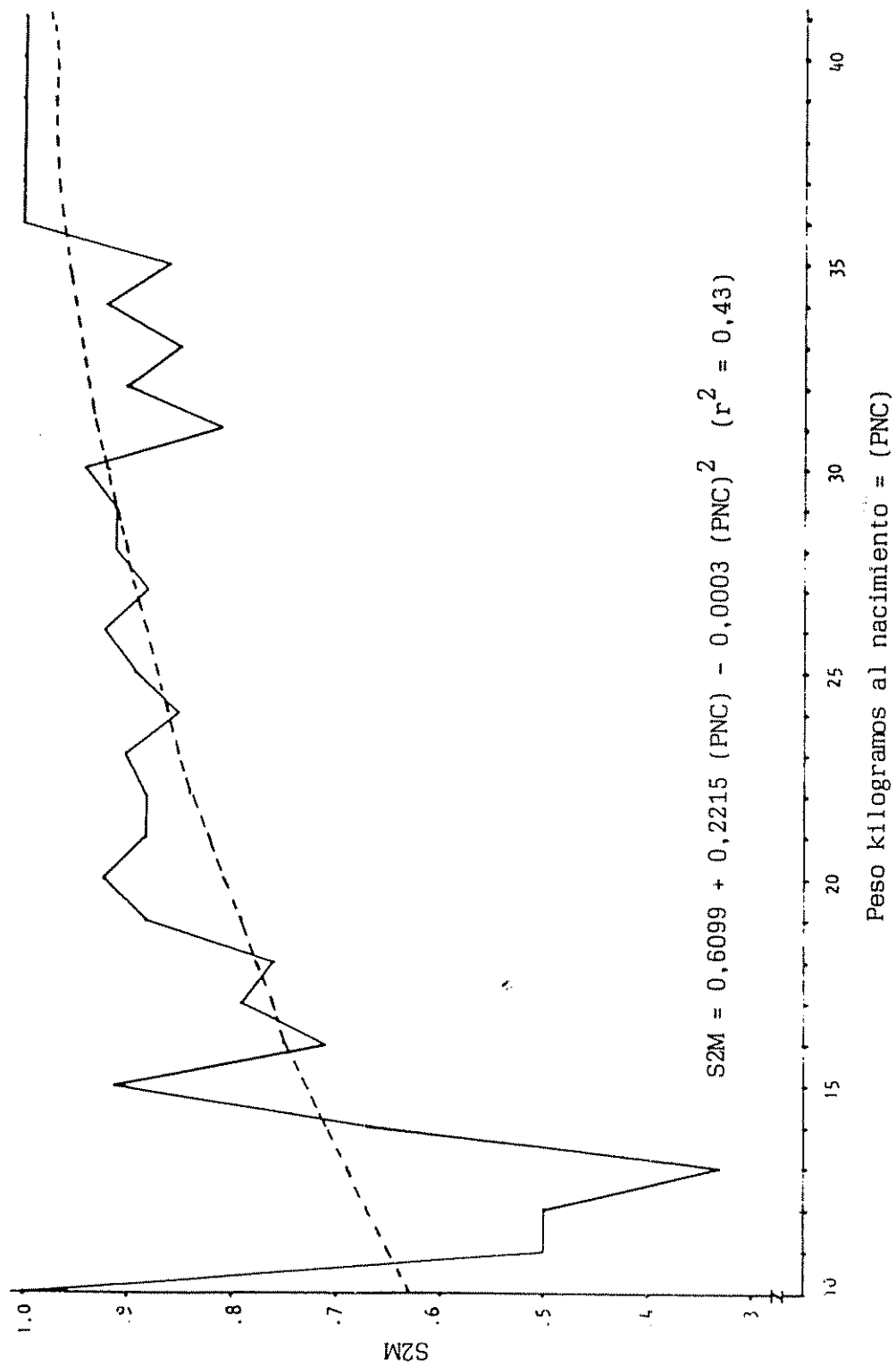


Figura 2A. Supervivencia de terneras a la edad de dos meses por peso al nacimiento.