

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

ANALISIS PRODUCTIVO Y ECONOMICO DE UN HATO DE  
GANADO LECHERO EN EL DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL  
EL SALVADOR

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 al grado de

*Magister Scientiarum*

ADALBERTO G. MARTINEZ ZAMBRANO

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza


Turrialba, Costa Rica

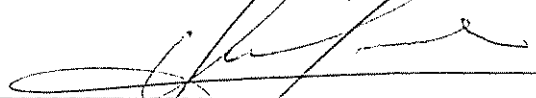
1979

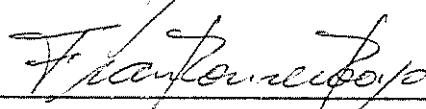
Esta tesis ha sido aceptada en su forma presente por la  
Comisión de Estudios de Posgrado del Programa Conjunto UCR-CATIE  
como requisito parcial para optar al grado de

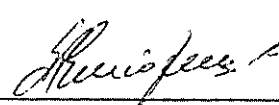
*Magister Scientiae*


JURADO:

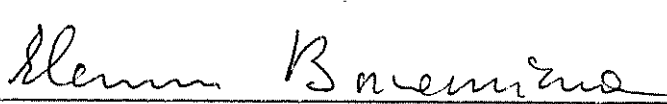
  
\_\_\_\_\_  
Oliver Deaton, Ph.D. Profesor Consejero


  
\_\_\_\_\_  
Benjamín Quijandría, Ph.D. Miembro del Comité

  
\_\_\_\_\_  
Francisco Romero, Mag.Sci. Miembro del Comité

  
\_\_\_\_\_  
Gustavo Enríquez, Ph.D. Miembro del Comité

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

  
\_\_\_\_\_  
Coordinador del Sistema de Estudios de Posgrado  
de la Universidad de Costa Rica

  
\_\_\_\_\_  
Adalberto G. Martínez Zambrano  
Candidato

DEDICATORIA

A Margarita, mi esposa  
con el amor de siempre

Con cariño a mis hijos,  
Adalberto y Alejandro

A mis padres  
Lic. Adalberto Martínez Cárdenas  
Laura Zambrano Alvarez

A mis hermanos  
Armando, Susana y Cecilia

A mis familiares y amigos

#### AGRADECIMIENTO

El autor desea expresar su agradecimiento al Dr. Oliver Deaton, Consejero Principal, por su amistad y valiosa orientación en la realización del presente estudio.

Al Dr. Benjamín Quijandría, al Ing. Francisco Romero y al Dr. Gustavo Enríquez, miembros del Comité Consejero por su amistad y acertadas críticas durante la revisión del manuscrito.

Al Dr. Marcelino Avila por su desinteresada ayuda en el análisis económico.

Al personal docente del CATIE, en especial al del Departamento de Producción Animal, por sus enseñanzas durante mi permanencia en este Centro.

Al señor Manuel Zamora y al Ing. Victor Quiroga por su valiosa colaboración en el procesamiento de los datos.

A mi esposa, Margarita Rojas Garza y a la señorita Flor María Bastos Zamora por su eficiente trabajo de mecanografía.

Al personal administrativo y de campo de la Finca Monte Grande, en especial al señor Leonidas Cedillos por su cooperación en la recopilación de la información necesaria para realizar este trabajo.

A la Dirección de Ganadería del Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador, por las facilidades brindadas para hacer posible la presente investigación.

A los Agrónomos, Francisco Mejía y Ernesto Ochoa, miembros del personal de la oficina regional N° 4 de Ganadería, por su desinteresada ayuda en la recolección de los datos.

A las familias Pessoa Burity, Martínez Valverde y Dantas Coimbra; así como a las señoritas Inés A. Brioso de León, Amelia Aragón y Margarita Meseguer por su estímulo y solidaridad durante nuestra permanencia en Turrialba. Para ellos, a nombre de mi familia y propio, nuestro más sincero agradecimiento.

A la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y al Gobierno de Holanda, por el apoyo brindado para la realización de mis estudio de posgrado.

A mis compañeros y amigos, que de una u otra forma colaboraron para que este trabajo pudiera realizarse.

## BIOGRAFIA

El autor nació en la ciudad de Monterrey, Nuevo León, México. Realizó sus estudios universitarios en la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, graduándose de Ingeniero Agrónomo Zootecnista en agosto de 1974.

De setiembre de 1974 a setiembre de 1975, trabajó en el departamento de forrajes del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) de la Secretaría de Agricultura y Ganadería.

En setiembre de 1975 ingresó como profesor de planta en la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

En julio de 1977 ingresó al Programa de Producción Animal del Sistema de Estudios de Posgrado del Programa Conjunto Universidad de Costa Rica - Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, en Turrialba, Costa Rica, donde realizó sus estudios de posgrado, obteniendo el título de Magister Scientiae en octubre de 1979.

## CONTENIDO

	<u>Página</u>
1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1 Producción de leche.....	3
2.1.1 Factores genéticos que afectan la producción de leche.....	3
2.1.1.1 Raza.....	3
2.1.1.2 Índice de herencia de la producción de leche.....	5
2.1.1.3 Índice de repetibilidad de la pro- ducción de leche.....	5
2.1.2 Factores no genéticos que afectan la produc- ción de leche.....	6
2.1.2.1 Edad al Parto.....	6
2.1.2.2 Epoca del Parto.....	7
2.1.2.3 Año del Parto.....	7
2.2 Eficiencia reproductiva.....	8
2.2.1 Intervalo entre partos.....	8
2.2.2 Edad al primer parto.....	9
3. MATERIALES Y METODOS.....	11
3.1 Localización y fuente de datos.....	11
3.2 Descripción del hato.....	11
3.3 Manejo del hato.....	12
3.4 Metodología.....	13
3.4.1 Estimación de la eficiencia reproductiva...	13
3.4.2 Producción de leche.....	17
3.4.3 Índices de herencia y de repetibilidad para la producción de leche e intervalo entre partos.....	20
3.5 Análisis económico.....	23

	<u>Página</u>
4. RESULTADOS Y DISCUSION.....	25
4.1 Eficiencia reproductiva.....	25
4.1.1 Intervalo entre partos.....	25
4.1.2 Índice de herencia del intervalo entre partos.....	29
4.1.3 Índice de repetibilidad del intervalo entre partos.....	30
4.1.4 Edad y peso al primer parto.....	31
4.2 Producción de leche.....	33
4.2.1 Índice de herencia de la producción de leche.....	37
4.2.2 Índice de repetibilidad de la producción de leche.....	40
4.3 Análisis económico.....	41
4.3.1 Rentabilidad.....	41
4.3.2 Influencia de algunos factores técnicos y económicos sobre el ingreso bruto por venta de leche.....	43
4.4 Consideraciones generales.....	46
5. RESUMEN Y CONCLUSIONES.....	54
6. SUMMARY AND CONCLUSIONS.....	57
7. RECOMENDACIONES.....	60
8. LITERATURA CITADA.....	61
9. APENDICE.....	68



## LISTA DE CUADROS

<u>Cuadro No.</u>	<u>Página</u>
1. Producción de leche de distintos grupos raciales en el trópico americano.....	4
2. Intervalo entre partos de distintos grupos raciales en el trópico americano.....	10
3. Distribución de las observaciones de intervalo entre partos, edad al primer parto y peso al primer parto, según grupo racial y año de parto.....	14
4. Esquema del análisis de variancia para intervalo entre partos (IEP), edad al primer parto (EIP) y peso al primer parto (PIP).....	16
5. Distribución de las lactancias según el grupo racial y año del parto.....	17
6. Esquema de la partición de la variancia para la producción de leche.....	19
7. Análisis de variancia y componentes de variancia para estimar los índices de herencia y de repetibilidad del intervalo entre partos y la producción de leche.	21
8. Promedio del intervalo entre partos en los cinco grupos raciales.....	27
9. Intervalo entre partos según el año del parto.....	27
10. Índices de herencia del intervalo entre partos.....	30
11. Índices de repetibilidad del intervalo entre partos.	31
12. Valores promedio de edad y peso al primer parto en los cinco grupos raciales.....	32
13. Valores promedio de producción de leche en los cinco grupos raciales.....	34
14. Producción de leche de acuerdo al año del parto.....	35
15. Índices de herencia de la producción de leche.....	38

<u>Cuadro No.</u>	<u>Página</u>
16. Análisis de variancias para estimar los índices de herencia y repetibilidad de la producción de leche..	39
17. Índices de repetibilidad de la producción de leche..	41
18. Resumen de los costos de producción durante el año 1978.....	42
19. Influencia de tres indicadores sobre el ingreso bruto por venta de leche, 1975-1978: n = 48 observaciones mensuales.....	44
20. Promedio de tres indicadores, 1975-1978: n = 48 observaciones mensuales.....	44
21. Comparación entre el comportamiento productivo y reproductivo de los cinco grupos raciales.....	51
 APENDICE	
A1 Composición del concentrado para terneros.....	69
A2 Composición del suplemento mineralizado para vacas lecheras.....	69
A3 Composición del concentrado para vacas lecheras.....	70
A4 Formato utilizado para la recopilación de la información sobre vacas lecheras de la finca Monte Grande	71
A5 Análisis de variancia del intervalo entre partos (días).....	72
A6 Análisis de variancia para la producción de leche (kg).....	72
A7 Análisis de variancia para estimar el índice de herencia y de repetibilidad del intervalo entre partos (días).....	73
A8 Resumen del análisis de variancia para edad al primer parto y peso al primer parto.....	74
A9 Inversiones en la Finca Monte Grande y análisis de rentabilidad para la empresa durante el año de 1978.	75

<u>Cuadro No.</u>		<u>Página</u>
A10	Matrices utilizadas para el cálculo de algunas estimaciones económicas.....	78
A11	Valores de ingreso bruto, precio por kg de leche, porcentaje de vacas en ordeño y producción diaria de acuerdo al mes y año. Finca Monte Grande, El Salvador.....	79
A12	Precipitación pluvial (mm) en el período de 1974-1978. Finca Monte Grande, El Salvador.....	80

## LISTA DE FIGURAS

<u>Figura No.</u>		<u>Página</u>
1.	Comportamiento del hato con respecto a la producción de leche, intervalo entre partos, edad al primer parto y peso al primer parto durante el período estudiado.....	28
2.	Cambios proporcionales de la composición racial en el hato durante el período estudiado.....	36
3.	Comportamiento mensual de precio por kg de leche ( $x_1$ ), % de vacas en ordeño ( $x_2$ ), producción/vaca/día ( $x_3$ ) e ingreso por venta de leche (Y) durante el período de 1975 a 1978.....	45
4.	Comportamiento de los grupos raciales durante el período estudiado con respecto a la producción de leche.	48
5.	Comportamiento de los grupos raciales durante el período estudiado con respecto al intervalo entre partos.....	49

## 1. INTRODUCCION

Las condiciones climáticas del trópico tienen gran influencia sobre la productividad del ganado lechero. Según Hafez (35), el rendimiento lácteo del ganado bovino casi no es afectado dentro de un rango de temperatura de 0° a 21°C. Existe una ~~ligera disminución~~ a temperaturas menores de 5°C, así como de 21° a 27°C; a temperaturas superiores de los 27°C la disminución es más marcada. Es considerada como una región tropical a aquella que está comprendida entre un rango de precipitación desde 62,5 hasta 8000 milímetros por año, con una temperatura media anual igual o superior a los 24°C (38).

La creciente explosión demográfica ha motivado una mayor demanda de productos alimenticios. La leche tiene singular importancia pues constituye una fuente de proteína de alta calidad para la alimentación humana, en especial para la población infantil. En las regiones de clima templado se puede decir que el problema de la producción de leche ha sido casi resuelto con la utilización de razas especializadas, las cuales son el producto de una intensa selección realizada durante muchos años. En las regiones tropicales, la utilización de estas razas de alto potencial productivo se ve limitada por el efecto que sobre ellas tiene el medio ambiente.

Se han hecho esfuerzos para resolver el problema cruzando estas razas de alta producción con ganado adaptado a las condiciones tropicales. La información obtenida de estos cruzamientos, proviene en su mayoría de estaciones experimentales, en donde las condiciones de manejo

y alimentación difieren de la forma real en que manejan las fincas los ganaderos, existe el problema de que solo una minoría de ellos realizan como práctica común la recolección y acumulación de registros de producción de sus hatos, labor que es indispensable para la evaluación productiva de los mismos. Debido a lo anterior, el análisis y la utilización de la información disponible es de gran importancia para ayudar a encontrar soluciones al problema de la producción de leche.

En atención a las consideraciones anteriores, los objetivos del presente trabajo son:

1. Evaluar el comportamiento productivo y reproductivo de un hato lechero en el Departamento de San Miguel, El Salvador.
  
2. Evaluar económicamente la situación del hato.

## 2. REVISION DE LITERATURA

Analizar el comportamiento productivo y reproductivo de un hato de ganado de leche, significa, además de la valoración cuantitativa, de estos dos aspectos de suma importancia económica en la cría animal, identificar los factores que los afectan, con el propósito de hacer los ajustes necesarios en la administración y manejo del hato.

### 2.1 Producción de leche

La producción de leche es afectada por muchos factores, los cuales se pueden dividir en dos grupos: genéticos y ambientales.

#### 2.1.1 Factores genéticos que afectan la producción de leche.

##### 2.1.1.1 Raza

Dentro de los factores genéticos que afectan la producción de leche la raza indudablemente es uno de los más importantes. La situación genética que puede ser la base de las diferencias en producción de leche que existen entre razas, es que los pares de genes responsables de la producción de leche, no son del todo homocigotos en ninguna de las razas, y la proporción de un gen con respecto a su alelo puede variar en forma amplia en cada una de ellas (45). La alteración de la frecuencia de genes de la producción de leche, es motivada, además de otras causas, por la selección que cada raza ha recibido desde sus orígenes. En el cuadro 1 se muestra la producción de leche de distintos grupos raciales en el trópico americano.

Cuadro 1. Producción de leche de distintos grupos raciales en el trópico americano.

Grupo Racial	Leche/lactancia Kg	País	Autor
Criollo	1420	Costa Rica	Maltos y Cartwright 1971 (48)
Jersey	1865		
Criollo	1783	Costa Rica	Magofke 1964 (46)
Jersey	2266		
Criollo	2700	Venezuela	Cevallos <u>et al</u> 1968 (22)
Pardo Suizo	2976		
PS x C	2860		
Criollo	1719	Venezuela	Bodisco <u>et al</u> 1962 (16)
Criollo	2117	Venezuela	Rios y Bodisco 1962 (68)
Guernsey	2117	Costa Rica	Morales 1972 (51)
Red Poll	2320	Costa Rica	Negron 1974 (54)
1/2 Red Poll	2239		
Pardo Suizo	2304		
1/2 Pardo Suizo	2740		
Holstein	2668		
Guernsey	2296		
Holstein	3363	Venezuela	Verde <u>et al</u> 1968 (84)
H x C	3080		
Holstein	2543	Colombia	Salazar y Huertas 1978 (74)
Pardo Suizo	2323		
CCC	576		
1/2 H 1/2 CCC	1756		
1/2 PS 1/2 CCC	1001		
3/4 H 1/4 CCC	1944		
Pardo Suizo	3090	Venezuela	Bodisco, Verde 1971 (19)
Holstein	3545	Venezuela	Roman <u>et al</u> 1976 (70)
Pardo Suizo	2752		
Jersey	2511		
Cebú x Holstein	2200	Cuba	Planas <u>et al</u> 1978 (62)
Pardo Suizo cruzado	2963	Venezuela	Garcia Betancourt 1978 (31)

C =Criollo, H = Holstein, PS = Pardo Suizo, CCC = Costeño con cuernos



### 2.1.1.2 Índice de herencia de la producción de leche

De la variación que existe en la producción de leche en una misma raza o grupo racial; una fracción es causada por factores genéticos, esta fracción se mide a través del índice de herencia ( $h^2$ ). El índice de herencia se puede definir en su sentido estrecho, como la proporción que existe entre la variancia genética aditiva y la variancia fenotípica total (24,41). Esta medida se usa para determinar el énfasis que se le debe poner a la selección en una característica determinada, así como para estimar el verdadero valor genético de un individuo (24).

Los valores del índice de herencia para la producción de leche está alrededor de 0.25, aunque pueden existir variaciones según la raza, edad de los animales, número de observaciones y métodos de estimación (1,11,32,54,66,72).

### 2.1.1.3 Índice de repetibilidad de la producción de leche

El índice de constancia o de repetibilidad (IR), es una medida del grado de similitud con que se expresa una medida fenotípica cuando hay oportunidad de expresiones repetidas durante la vida de un animal. Un individuo está expuesto a diferentes influencias ambientales cuando tiene oportunidad de repetir su actuación en períodos de tiempo diferentes. Por lo tanto su fenotipo cambiará en la medida en que el ambiente lo afecte, sin embargo su genotipo se mantiene inalterado.

El índice de repetibilidad se define como la proporción de la variación total que es debida a diferencias permanentes entre individuos (29,41,77). Esta medida sirve para decidir en que etapa, durante la vida de un animal, es más conveniente seleccionar. En la literatura se reportan estimaciones para la repetibilidad de la producción de leche alrededor de 0.40 (47,51,52,61).

### 2.1.2 Factores no genéticos que afectan la producción de leche.

#### 2.1.2.1 Edad al Parto

Dentro de los factores no genéticos, la edad de los animales es de los que mayor influencia tienen sobre la producción de leche (33,40,43,56), sin embargo Pereira (60), trabajando con ganado Guzerat en Minas Gerais, Brasil, encontró que el mes del parto tiene mayor influencia sobre la producción, que la edad de la vaca. Según Schmidt (77) una novilla de primer parto con 24 meses de edad produce aproximadamente el 75% de la leche producida por una vaca adulta, para vacas de tres años la producción aproximada es del 85% y de 92 y 98% para vacas de cuatro y cinco años respectivamente.

Este mismo autor considera que una vaca a la edad de seis años alcanza el máximo de producción por lactancia, esto último difiere de la opinión de varios autores en donde la máxima producción se alcanza en la tercera lactancia (15,21,33,71), séptima lactancia (39,60) y octava lactancia (64). Según las tablas de ajuste por edad del USDA,

la máxima producción se alcanza entre los seis y ocho años de edad, existiendo variaciones entre razas.

#### 2.1.2.2 Época del Parto

La producción de leche se ve afectada por la época o el mes en que ocurre el parto, habiendo variaciones según la región de que se trate, estas variaciones son determinadas por las condiciones climáticas y disponibilidad de alimentos (77).

Numerosos investigadores (30,42,44,55,57,63) han encontrado un efecto significativo del mes o época del parto sobre la producción de leche, sin embargo en otros trabajos (10,48,51,83) no se han encontrado tales efectos.

Yanagita et al (86) en un trabajo en condiciones de pastoreo, realizado en la Estación Experimental de la Universidad de Kagoshima en el Japón, encontraron que la época del parto no tuvo efecto significativo sobre el rendimiento de leche durante los primeros noventa días de lactancia, sin embargo las vacas que parieron en invierno tuvieron rendimientos menores durante los últimos noventa días de lactancia.

#### 2.1.2.3 Año del Parto

Es de esperarse que en una explotación cualquiera existen fluctuaciones de las condiciones climáticas a través del tiempo, así como también modificaciones en el manejo y alimentación del ganado. La mayoría de los autores (17,49,55,56,83) concuerdan en que existe un efecto significativo del año sobre la producción de leche, aunque existen otros (46,48,80,81) que no han encontrado significancia de tal

efecto.

## 2.2 Eficiencia Reproductiva

Uno de los principales objetivos en la cría del ganado lechero es la obtención de un becerro y de una lactancia completa por vaca, por año (24). La eficiencia reproductiva de un hato lechero puede ser valorada mediante diferentes medidas, las más usadas son el número de servicios por concepción, el intervalo entre el parto y el primer servicio, el intervalo entre el primer servicio y la concepción y el intervalo entre partos.

Las primeras tres medidas reflejan principalmente aspectos del manejo del hato (24,75), siendo el intervalo entre partos, la medida que mejor representa la eficiencia reproductiva.

### 2.2.1 Intervalo entre Partos

Los componentes del intervalo entre partos son el período de gestación y el período de servicio. La gestación se considera constante en cada raza, aunque puede haber ligeras variaciones debidas al sexo de la cría y edad de la madre. En general se considera que el período de servicio es el determinante del intervalo entre partos (82), habiendo una correlación entre ellos mayor de 0,90 (28,76). El período de servicio lo forman el intervalo entre partos y el primer servicio y el intervalo entre el primer servicio y la concepción, siendo este último el que está más correlacionado con el intervalo entre partos (28,69). En el cuadro 2 se presentan los intervalos entre partos

de diferentes grupos raciales en el trópico americano. Intervalos mayores de 14 meses indican una mala eficiencia reproductiva (24).

### 2.2.2 Edad al primer Parto

La edad al primer parto aunque no es una medida de la reproducción afecta la eficiencia reproductiva de las vaquillas (82), así como su producción (7,24,43,58). La edad óptima al primer parto es de 24 a 27 meses. Los rendimientos en la producción de leche para vacas que parieron por primera vez a edades tempranas, y las que parieron muy viejas son menores que el promedio de sus contemporáneas (78).

De Alba (24) afirma que la producción en la primera lactancia de vaquillas preñadas a temprana edad, es menor que la de vaquillas de mayor edad, sin embargo la producción de por vida será mayor en la vaca que acumule mayor número de lactancias antes de ser eliminada. Algunos autores (8,59) no han encontrado efectos significativos de la edad al primer parto sobre la producción de leche en la primera lactancia.

La edad al primer parto está determinada en gran parte por el manejo y la alimentación que se les proporciona a las novillas durante el crecimiento (50,54,82), pero otros factores como raza, sanidad y clima no dejan de ser importantes (5,12,13,53,65,71).

Cuadro 2. Intervalo entre partos de distintos grupos raciales en el trópico americano.

Grupo Racial	I E P meses	País	Autor
Pardo Suizo	14,0	Venezuela	Bodisco-Carnevalli 1968 (15)
Pardo Suizo	14,0	Venezuela	Bodisco-Verde y Wilcox 1971 (19)
Holstein	15,5	Guatemala	Perozo 1971 (61)
Criollo	12,7	Costa Rica	Torres 1972 (82)
Jersey	12,4		
C x J	12,2		
3/4 J 1/4 C	11,3		
3/4 C 1/4 J	12,0		
Criollo	12,6		
Jersey	12,7		
Red Poll	14,4	Costa Rica	Negron 1974 (54)
1/2 Red Poll	13,7		
Pardo Suizo	14,0		
1/2 Pardo Suizo	13,7		
Holstein	15,3		
Guernsey	13,8		
Pardo Suizo (M)	13,5	Costa Rica	Carmona y Muñoz 1966 (20)
Jersey	12,6		
Criollo	12,6		
Pardo Suizo (M)	13,1	Venezuela	García Betancourt <u>et al</u> 1978 (31)
Pardo Suizo (M)	14,7	Venezuela	Bodisco <u>et al</u> 1976 (18)
Cebú lechero	15,3	Brasil	Aroreira 1959 (6)

(M) = Mestizo

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Localización y fuente de datos

La información que fue utilizada en el presente trabajo proviene de los registros del hato lechero de la finca Monte Grande, ubicada en el Cantón Monte Grande, departamento de San Miguel, El Salvador. La finca se encuentra localizada en una región tropical semiárida con una formación vegetal de bosque seco (38). Los datos están bajo el control de la Dirección General de Ganadería del Ministerio de Agricultura y Ganadería de ese país y corresponden a la información recopilada durante los años de 1972 a 1977. La finca está localizada a cinco kilómetros hacia el sur de la ciudad de San Miguel, a una altitud de 140 metros sobre el nivel del mar, una precipitación promedio anual de 1601 mm., distribuidos casi en su totalidad en una época que comprende los meses de mayo a noviembre y con una temperatura media anual de 26,7°C. En este trabajo se consideró el período antes mencionado como época lluviosa y el período de diciembre a abril como época seca.

#### 3.2 Descripción del Hato

El hato se originó en 1965 con animales Criollos y Cebú, principalmente. Posteriormente se importaron de los Estados Unidos vacas de la raza Pardo Suizo y se inició un programa de cruzamiento absorbente hacia el Pardo Suizo utilizando semen importado. También se hicieron algunos cruzamientos usando semen de Holstein. En la actualidad el hato está formado por 700 animales aproximadamente, de los cuales

250 son vacas en producción y corresponden en su mayoría a animales Pardo Suizo y sus diferentes grados de encaste, habiendo muy pocos animales Holstein y Criollos o Cebú. Se están utilizando como sementales algunos toros nacidos en la finca, así como también se utiliza semen de Pardo Suizo importado de los Estados Unidos y semen de toros que son propiedad del Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador.

### 3.3 Manejo del Hato

Los terneros machos se venden al nacer, solamente se conservan los terneros Pardo Suizo puro, para criarlos y posteriormente venderlos como sementales a los dos años de edad. Las hembras y machos que van a ser conservados en la finca son colocados en jaulas individuales desde los ocho días de nacidos hasta los cuatro meses de edad donde reciben una alimentación basada en leche (4,5 litros/día), heno de pangola (Digitaria decumbens) y concentrado (Cuadro A1) a libre acceso. De los cuatro meses hasta que cumplen un año de edad pasan a un corral en donde reciben heno de pangola (Digitaria decumbens) y el mismo concentrado a libre voluntad, las vaquillas después del año de edad salen a pastoreo, recibiendo el primer servicio a los dos años de edad o 300 kilogramos de peso.

Las vacas pastorean en potreros de pangola (Digitaria decumbens) y pasto alemán (*Echinochloa* spp), irrigados y fertilizados periódicamente, el sistema de pastoreo es rotacional con períodos de ocupación y descanso de uno y veintidos días respectivamente. En saladeros se les proporciona suplementación mineralizada (Cuadro A2) a



libre acceso y durante el ordeño (2 ordeños diarios) concentrado (Cuadro A3) a razón de 2,7 kg por vaca, por día.

### 3.4 Metodología

La recopilación de la información se hizo de los registros de 482 vacas, correspondientes a 5 grupos raciales: 1) Mestizo\* 2) Hosltein, 3) Pardo Suizo, 4) 3/4 Pardo Suizo y 5) 1/2 Pardo Suizo, durante 6 años en estudio, los datos fueron codificados en tarjetas IBM, utilizando el formato que aparece en el Cuadro A4.

#### 3.4.1 Estimación de la eficiencia reproductiva

En la evaluación de la eficiencia reproductiva del hato se utilizó como parámetro el intervalo entre partos (IEP), obteniéndose un total de 967 observaciones. Como información adicional se calcularon los promedios y desviaciones estandares de la edad al primer parto (EIP) y el peso al primer parto (PIP), obteniéndose para las dos medidas un total de 238 observaciones. En el cuadro 3 se observa la distribución de observaciones para IEP, EIP y PIP de acuerdo a grupo racial y año.

\*Fue definido así por ser un grupo heterogéneo.

Cuadro 3. Distribución de las observaciones de intervalo entre partos, edad al primer parto y peso al primer parto, según grupo racial y año de parto.

Intervalo entre partos							
Grupo Racial	A Ñ O S						Total
	72	73	74	75	76	77	
Mestizo	52	61	35	20	12	1	181
Holstein	-	1	2	1	5	-	9
Pardo Suizo	34	34	33	33	34	23	191
3/4 Pardo Suizo	4	11	11	2	47	33	130
1/2 Pardo Suizo	58	77	80	90	95	56	456
<b>Total</b>	<b>148</b>	<b>184</b>	<b>161</b>	<b>168</b>	<b>193</b>	<b>113</b>	<b>967</b>
Edad al primer parto							
Mestizo							
Holstein	-	2	2	1	3	-	9
Pardo Suizo	30	10	4	9	13	8	74
3/4 Pardo Suizo	-	2	5	17	35	14	72
1/2 Pardo Suizo	8	4	6	19	29	10	76
<b>Total</b>	<b>38</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>46</b>	<b>84</b>	<b>34</b>	<b>238</b>
Peso al primer parto							
Mestizo	5	2	6	1	4	-	18
Holstein	-	-	2	-	4	2	8
Pardo Suizo	20	5	3	6	13	8	55
3/4 Pardo Suizo	2	2	6	11	34	14	69
1/2 Pardo Suizo	20	8	9	9	31	11	88
<b>Total</b>	<b>47</b>	<b>17</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>86</b>	<b>35</b>	<b>238</b>

Para detectar efecto de años, épocas y grupo racial, sobre cada una de estas medidas, se empleó un diseño jerárquico, utilizando el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijkl} = \mu + R_i + A_j + O_{jk} + E_{ijkl}$$

donde:

$Y_{ijkl}$  = Una observación  $l$ , del grupo racial  $i$ , del año  $j$ , en la época  $k$ .

$\mu$  = Media general

$R_i$  = Efecto del grupo racial  $i$

$A_j$  = Efecto del año  $j$

$O_{jk}$  = Efecto de la época  $k$ , del año  $j$

$E_{ijkl}$  = Error experimental (factores no comprendidos en el modelo).

En el Cuadro 4 se presenta el esquema del análisis de variancia para IEP, EIP y PIP.

Cuadro 4. Esquema del análisis de variancia para intervalo entre partos (IEP)\* edad al primer parto (EIP) y peso al primer parto (PIP).

Fuentes de Variación	gl**	Esperanza de los cuadrados medios
Grupo Racial	(r-1)	$\sigma^2_e + K_1 \sigma^2_o + K_2 \sigma^2_a + K_3 \sigma^2_r$
Año	(a-1)	$\sigma^2_e + K_4 \sigma^2_o + K_5 \sigma^2_a$
Epoca/año	a(o-1)	$\sigma^2_e + K_6 \sigma^2_o$
Error	por dif.	$\sigma^2_e$

donde:

a = Años

o = Epoca/año

r = Grupo racial

$\sigma^2_e$  = Componente de variancia debido a individuos

$\sigma^2_a$  = Componente de variancia debido a años

$\sigma^2_o$  = Componente de variancia debido a épocas/año

K = Coeficiente de los componentes de variancia determinados por el número de observaciones en cada grupo.

\* Las observaciones de IEP se clasificaron para año y época dentro de año de acuerdo a la fecha del parto inicial.

\*\* Los grados de libertad pueden variar debido a números desiguales en las subclases.

## 3.4.2 Producción de leche

Para evaluar la producción de leche se consideró la producción real a los 305 días de lactancia. Se eliminaron todas las lactancias menores de 30 días de duración y las lactancias originadas por abortos. En cada grupo racial se calcularon el promedio por vaca según la época y el año del parto<sup>1/</sup>, se obtuvo un total de 1183 lactancias cuya distribución se muestra en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Distribución de las lactancias según el grupo racial y año del parto.

Grupo Racial	A Ñ O S						Total
	72	73	74	75	76	77	
Mestizo	42	63	72	29	21	7	234
Holstein	-	1	3	1	5	7	17
Pardo Suizo	28	30	40	46	41	43	228
3/4 Pardo Suizo	2	8	15	31	56	62	174
1/2 Pardo Suizo	49	72	94	102	109	104	530
Total	121	174	224	209	232	223	1183

<sup>1/</sup> Las lactancias se clasificaron para año y época dentro de año de acuerdo a la fecha del parto que dió origen a la lactancia.

Nota: No se hicieron correcciones por edad debido a que en el 50% de los casos no se contó con la fecha de nacimiento de las vacas.

Para estimar los efectos del grupo racial, año y época del parto sobre la producción de leche de todas las lactancias se utilizó un diseño jerárquico con el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijkl} = \mu + R_i + A_j + O_{jk} + E_{ijkl}$$

$Y_{ijkl}$  = Una observación  $l$  del grupo racial  $i$ , del año  $j$  en la época  $k$

$\mu$  = Media general

$R_i$  = Efecto del grupo racial  $i$

$A_j$  = Efecto del año  $j$

$O_{jk}$  = Efecto de la época  $k$  del año  $j$

$E_{ijkl}$  = Error experimental (factores no comprendidos en el modelo).

En el cuadro 6 se presenta el esquema del análisis de varian-  
cia para la producción de leche.

Cuadro 6. Esquema de la partición de la variancia para la producción de leche.

Fuente de Variación	gl*	Esperanza de los cuadrados medios
Grupo Racial	(r-1)	$\sigma_e^2 + K_1 \sigma_o^2 + K_2 \sigma_a^2 + K_3 \sigma_r^2$
Año	(a-1)	$\sigma_e^2 + K_4 \sigma_o^2 + K_5 \sigma_a^2$
Epoca/año	a(o-1)	$\sigma_e^2 + K_6 \sigma_o^2$
Error	por dif.	$\sigma_e^2$

donde:

a = Años

o = Epoca/año

r = Grupo racial

\* Los grados de libertad pueden variar debido a números desiguales en las subclases.

$\sigma_e^2$  = Componente de variancia debido a individuos

$\sigma_o^2$  = Componente de variancia debido a épocas/año

$\sigma_a^2$  = Componente de variancia debido a años

$\sigma_r^2$  = Componente de variancia debido a grupo racial

K = Coeficiente de los componentes de variancia

### 3.4.3 Índices de herencia y de repetibilidad para la producción de leche e intervalo entre partos.

Los índices de herencia ( $h^2$ ) y repetibilidad (IR) para producción de leche e intervalo entre partos se calcularon en los grupos raciales, Pardo Suizo, 1/2 Pardo Suizo y 3/4 Pardo Suizo por el método de correlaciones intra-clase con descomposición de los componentes de variancia, descrito por Becker (9) para un diseño jerárquico, utilizando el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + P_i + H_{ij} + E_{ijk}$$

donde:

$Y_{ijk}$  = Una observación  $k$ , de la hija  $j$ , del padre  $i$

$\mu$  = Media general

$P_i$  = Efecto del padre  $i$

$H_{ij}$  = Efecto de la hija  $j$  del padre  $i$

$E_{ijk}$  = Desvío individual con respecto a los demás factores del modelo

En el cuadro 7 se presenta el esquema de la **partición** de la variancia para estimar los índices de herencia y repetibilidad de la producción de leche y el intervalo entre partos.



Cuadro 7. Análisis de variancia y componentes de variancia para estimar los índices de herencia y de repetibilidad del intervalo entre partos y la producción de leche.

Fuente de Variación	gl*	Esperanza de los cuadrados medios
Padres	T-1	$\sigma^2_e + K_1 \sigma^2_H + K_2 \sigma^2_T$
Hijas/padres	T(H-1)	$\sigma^2_e + K_3 \sigma^2_H$
Obs./hijas	por dif.	$\sigma^2_e$

donde:

T = Número de padres

H = Número de hijas por padre

$\sigma^2_T$  = Componente de variancia debido a padres

$\sigma^2_H$  = Componente de variancia debido a hijas

$\sigma^2_e$  = Componente de variancia debido a las observaciones

K = Coeficiente de los componentes de variancia

\* Los grados de libertad pueden variar debido a números desiguales en las subclases.

El índice de herencia y su error estandar fueron calculados con las fórmulas siguientes:

$$h^2 = \frac{4 \sqrt{\sigma_T^2}}{\sqrt{\sigma_T^2 + \sigma_H^2 + \sigma_e^2}}$$

$$ee = \frac{1}{4} \sqrt{\frac{2 (1-t)^2 / \bar{1} + (k-1) t^2}{k (k-1) (T-1)}}$$

donde:

$$\text{Correlación intra-clase} = t = \frac{\sqrt{\sigma_T^2}}{\sqrt{\sigma_T^2 + \sigma_H^2 + \sigma_e^2}}$$

K = Coeficiente del componente de variancia de padres

T = Número de padres (toros)

El índice de repetibilidad (IR) y su error estandar se calcularon con las fórmulas siguientes:

$$IR = \frac{\sqrt{\sigma_H^2}}{\sqrt{\sigma_H^2 + \sigma_e^2}}$$

$$ee = \frac{1}{K} \sqrt{\frac{2 (m-1) (1-IR)^2 / \bar{1} + (K-1) R^2}{(m-n) (n-1)}}$$

donde:

m = Número total de observaciones

IR = Repetibilidad

K = Coeficiente del componente de variancia de hijas

n = Número total de hijas (vacas)

### 3.5 Análisis económico

Para evaluar la situación económica de la finca en el año de 1978, se cuantificaron las inversiones en la misma y se realizó un análisis de rentabilidad.

Utilizando información mensual correspondiente a los años de 1975 a 1978, con el objeto de detectar la influencia de: el precio por kg de leche, producción promedio por vaca por día y el porcentaje de vacas en ordeño, sobre el ingreso bruto correspondiente a la venta de leche en la finca, se hizo un análisis de regresión múltiple utilizando el siguiente modelo matemático:

$$Y_i = \mu_i + B_1 x_{1i} + B_2 x_{2i} + B_3 x_{3i} + E_i$$

donde:

- $Y_i$  = Ingreso mensual bruto del hato (colones salvadoreños)
- $\mu_i$  = Media general
- $x_{1i}$  = Promedio mensual de precio por kg de leche (colones salvadoreños)
- $x_{2i}$  = Porcentaje mensual de vacas en ordeño
- $x_{3i}$  = Promedio mensual de kg de leche por vaca, por día
- $B_1$  = Coeficiente de regresión parcial de  $y$  sobre  $x_{1i}$
- $B_2$  = Coeficiente de regresión parcial de  $y$  sobre  $x_{2i}$
- $B_3$  = Coeficiente de regresión parcial de  $y$  sobre  $x_{3i}$
- $x_i$  =  $(X_i - \bar{X}_i)$

Para evaluar los efectos relativos de  $x_1$ ,  $x_2$  y  $x_3$  sobre  $Y$ , se calcularon regresiones parciales estandarizadas de acuerdo a la fórmula siguiente:

$$b^{\sim} = \frac{b_{\sim x}}{\sim y}$$

Se calcularon coeficientes de correlación ( $r$ ) entre todas las variables. El coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de la ecuación, fue calculado por la siguiente fórmula:

$$R^2 = b_1^{\sim} (r_{1y}) + b_2^{\sim} (r_{2y}) + b_3^{\sim} (r_{ey})$$

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION

##### 4.1 Eficiencia reproductiva

###### 4.1.1 Intervalo entre partos

El promedio encontrado para intervalo entre partos fue de 14 meses, este valor puede considerarse como alto, de acuerdo al valor de 12 a 13 meses para explotaciones con excelente eficiencia reproductiva (24). Esto puede ser debido a factores de manejo; anteriormente se había discutido la influencia del manejo sobre el período de servicio, el cual es el determinante del intervalo entre partos.

Los resultados encontrados coinciden con lo observado en varios estudios (15,19,85) realizados en condiciones similares, con la misma composición racial, aunque son ligeramente mejores a los reportados por Bodisco (18), quien, trabajando con información de varias fincas de la región de Carora, estado de Lara en Venezuela, encontró un intervalo entre partos de 14,7 meses para ganado mestizo de Pardo Suizo.

En el Cuadro 8 se muestran los promedios de intervalo entre partos, de acuerdo a los grupos raciales. Se puede observar que el grupo racial Mestizo presentó menor intervalo entre partos (12,8 meses), lo cual puede ser explicado si se considera la presencia de animales nativos de la región con sangre de Criollo y mestizos con Cebú, en este grupo, estos por su adaptación al medio ambiente reflejan una mejor eficiencia reproductiva (3,20,25). El grupo reducido de Holstein y el 1/2 Pardo Suizo son similares (13,5 y 13,8 meses, respectivamente) y

superan al Pardo Suizo puro y al 3/4 (15,3 y 14,6 meses, respectivamente). El mejor comportamiento del 1/2 Pardo Suizo con respecto al puro y al 3/4, concuerda con los trabajos de varios autores (14,20,31,54,73,79), en donde se ha encontrado un mayor efecto de heterosis en el  $F_1$ .

Cuadro 8. Promedio del intervalo entre partos en los cinco grupos raciales.

Grupo Racial	n	Intervalo entre partos		*
		Días	Meses	
Mestizo	181	391	12,8	c
Holstein	9	411	13,5	abc
Pardo Suizo	191	468	15,3	a
3/4 Pardo Suizo	130	446	14,6	ab
1/2 Pardo Suizo	456	422	13,8	b
Total o promedio	967	428	14,0	

\*Los promedios con la misma letra son iguales (Duncan)

Cuadro 9. Intervalo entre partos según el año del parto

Año	n	Intervalo entre partos	
		Días	Meses
1972	148	453	14,8
1973	184	410	13,5
1974	161	424	13,9
1975	168	449	14,7
1976	193	425	13,9
1977	113	403	13,2
Total o promedio	967	428	14,0

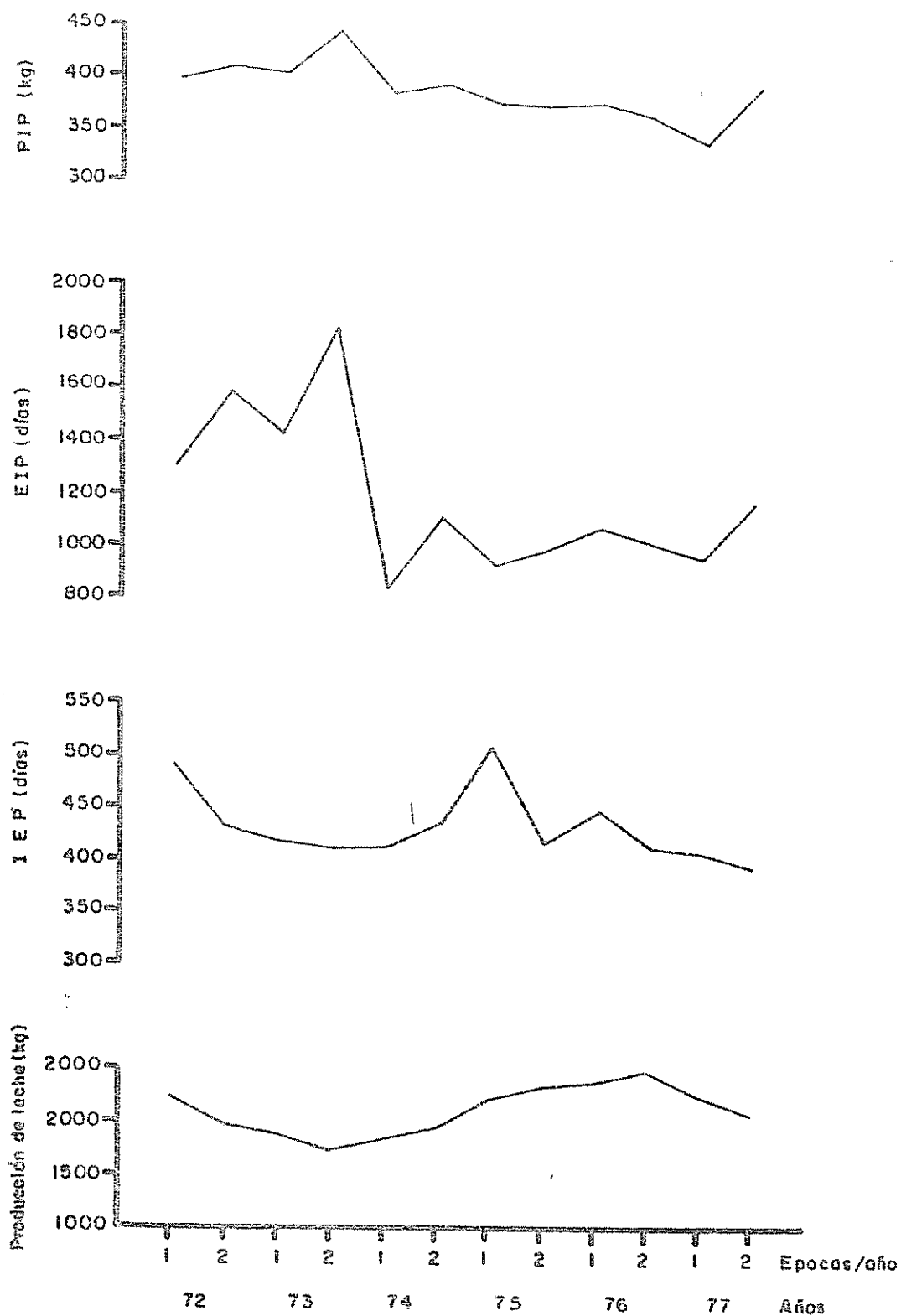


Fig. 1 Comportamiento del hato con respecto a la producción de leche, intervalo entre partos, edad al primer parto y peso al primer parto durante el período estudiado. Finca Monte Grande, El Salvador



Los promedios distribuidos por años se muestran en el Cuadro 9 donde se puede observar que existe una tendencia a disminuir el intervalo entre partos a medida que transcurren los años, salvo en el año de 1975 en donde hubo un notable incremento del intervalo entre partos debido posiblemente a cambios en el manejo de la finca. La Figura 1 muestra más claramente esta relación. El análisis de variancia (Cuadro A5) detectó diferencias altamente significativas entre grupos raciales, años y épocas dentro de años. La prueba de rangos múltiples de Duncan mostró diferencias altamente significativas entre los grupos 3 y 5, 3 y 1, 4 y 1 y 5 y 1. El grupo Holstein, no mostró diferencias significativas con los demás grupos raciales, debido probablemente al escaso número de observaciones.

La influencia del grupo racial, años y época dentro de años sobre la variación total fue de 6,3, 1,4 y 8,3% respectivamente, el coeficiente de variación fue de 24,5% indicando una amplia variación de este parámetro en la finca (28).

#### 4.1.2 Índice de herencia del intervalo entre partos

En el Cuadro 10 se muestran los valores del índice de herencia ( $h^2$ ) y sus errores estandar para los tres grupos raciales en donde se analizó este parámetro. Los valores negativos encontrados en el 1/2 Pardo Suizo y en el Pardo Suizo, indican efectos confundidos entre toros y factores ambientales como años y época dentro de años, la variabilidad encontrada para estos factores resultó altamente significativa (Cuadro A5) y en la metodología utilizada no se realizaron ajustes

para estos factores. El valor encontrado en el 3/4 Pardo Suizo concuerda con lo observado en otras investigaciones (23,27,51,61) donde se han encontrado valores para el índice de herencia del intervalo entre partos, cercanos a cero, indicando que para reducir esta característica es necesario modificar las prácticas de manejo y alimentación. Los esfuerzos de selección para mejorar esta característica muchas veces no se compensan, ya que el ambiente juega un papel preponderante en su expresión. El resumen del análisis de variancia para estimar el índice de herencia aparece en el Cuadro A7.

Cuadro 10. Indices de herencia del intervalo entre partos

Grupo Racial	n	$h^2$	error standar
Pardo Suizo	164	-0,18	,20
3/4 Pardo Suizo	92	0,04	,22
1/2 Pardo Suizo	95	-0,03	,03

#### 4.1.3 Índice de repetibilidad del intervalo entre partos

Los valores encontrados para la repetibilidad (IR) del intervalo entre partos se muestran en el Cuadro 11. Los coeficientes para este parámetro van desde bajos (3/4 PS) a altos (1/2 PS), el valor para el 1/2 PS puede ser debido a la mejor adaptación al medio ambiente de este grupo racial. Los resultados del análisis de variancia para estimar índice de repetibilidad del intervalo entre partos son presentados en el Cuadro A7.

Cuadro 11. Índices de repetibilidad del intervalo entre partos

Grupo Racial	n	IR	error estandar
Pardo Suizo	164	0,32	,20
3/4 Pardo Suizo	92	0,12	,22
1/2 Pardo Suizo	95	0,57	,10

#### 4.1.4 Edad y peso al primer parto

Se encontraron promedios de 37,6 meses y 384 kilogramos para edad y peso al primer parto, respectivamente. Se considera como óptimo que las vacas tengan su primer parto entre los 24 y 27 meses de edad (78). El manejo y alimentación que se les da a las novillas durante el crecimiento, son los factores de mayor importancia que afectan la edad al primer parto (50,54,82). Obtener edades al primer parto menores, significa una mayor producción de leche en la vida de una vaca (24) sin afectar la producción en la primera lactancia (8,59).

En el Cuadro 12 se muestran las edades y pesos promedio al primer parto de los grupos raciales analizados en este estudio. Con respecto a la edad, se puede observar que prácticamente el 1/2 Pardo Suizo y el 3/4 son iguales (33,4 y 33,2 meses respectivamente). El grupo Mestizo promedió el valor más bajo (31,8 meses) y el más alto fue el Pardo Suizo puro (47,4 meses). La diferencia encontrada del Pardo Suizo con los demás grupos raciales es atribuible a la presencia de animales importados de los Estados Unidos, los cuales por su inadaptación al medio sufren serios disturbios reproductivos. La misma situación

numérica ocurre en el peso al primer parto (Cuadro 12) observándose una notable diferencia entre el Pardo Suizo y los demás grupos raciales.

En la Figura 1 se presenta el comportamiento del hato con respecto a la edad y peso al primer parto, durante el período estudiado. Se puede observar que para las dos medidas el comportamiento es similar, debido a que ambos están relacionados, e indica una tendencia a disminuir estos dos parámetros en la finca. Sin embargo los valores actuales aún no son los recomendables para una finca eficiente.

Cuadro 12. Valores promedio de edad y peso al primer parto en los cinco grupos raciales.

Grupo Racial	n	E I P meses	*	n	P I P kg	*
Mestizo	8	31,8	b	18	383	b
Holstein	7	32,6	a b	8	388	a b
Pardo Suizo	74	47,4	a	55	425	a
3/4 Pardo Suizo	73	33,2	b	69	365	b
1/2 Pardo Suizo	76	33,4	b	88	374	b

\*Los promedios con la misma letra son iguales (Duncan)

Los análisis de variancia (Cuadro A8) detectaron diferencias altamente significativas entre grupos raciales y años para ambas medidas y diferencias significativas entre épocas/años solo para el peso al primer parto. Los coeficientes de variación para edad al primer parto y peso al primer parto fueron de 39 y 13% respectivamente. El grupo

racial, año y época dentro de año influyeron en la variación total en 15,6, 17,6 y 1,8% respectivamente, para la edad al primer parto y 17,3, 11,9 y 2,8% para peso al primer parto.

La prueba de rangos múltiples de Duncan para la edad al primer parto mostró diferencias altamente significativas entre el grupo 3 y los grupos 4,5 y 1. Para el peso al primer parto las diferencias fueron significativas entre el grupo 3 y los grupos 1,4 y 5.

#### 4.2 Producción de leche

El promedio encontrado para la producción de leche de todas las lactancias fue de 2114 kg. Este valor es inferior al comportamiento promedio de distintos grupos raciales en el trópico (Cuadro 1). La producción de los cinco grupos raciales analizados en este trabajo se muestra en el Cuadro 13.

Se puede observar que el grupo Holstein fue el que obtuvo la mayor producción con 2581 kg, resultados similares fueron obtenidos por Salazar y Huertas (74) quienes encontraron un promedio de 2543 kg para la misma raza. Sin embargo el valor encontrado en este trabajo es inferior al encontrado por otros autores (4,26,54,61,73,84) quienes reportan promedios que varían de 2600 a 4500 kg para ganado Holstein en condiciones del trópico. El Pardo Suizo ocupó el segundo lugar con 2338 kg. El promedio para este grupo racial coincide con el valor observado en varios trabajos (54,74), aunque es inferior a los reportados por otros autores (19,22,31,70). Los rendimientos de esta raza en zonas templadas están alrededor de 4500 kg (34,36).

Los grupos 1/2 y 3/4 Pardo Suizo obtuvieron iguales producciones de leche (2209 y 2208 kg respectivamente). Estos resultados son inferiores a los encontrados en varios trabajos (12,22,54) pero superan a los encontrados en otros (2,53,74). El valor más bajo para la producción de leche lo obtuvo el grupo Mestizo con 1579 kg, el cual es superior al promedio encontrado por Alvarez (3) para ganado Criollo en Costa Rica, pero inferior a los hallazgos en ganado Criollo Venezolano (16,22,68).

Cuadro 13. Valores promedio de producción de leche en los cinco grupos raciales.

Grupo Racial	n	Producción kg	*
Mestizo	234	1579	d
Holstein	17	2581	a
Pardo Suizo	228	2338	a b
3/4 Pardo Suizo	174	2208	a c
1/2 Pardo Suizo	530	2209	a b c

\*Los promedios con la misma letra son iguales (Duncan)

En el Cuadro 14 se muestran los promedios de producción de leche por años. Se puede observar que existe un incremento casi lineal en la producción de leche a partir de 1973 hasta 1976, para luego descender ligeramente en 1977 (Figura 1). Las causas de este incremento pueden ser debidas además de los cambios en manejo, al aumento proporcional del grupo 3/4 Pardo Suizo a través del período estudiado, este

grupo presenta una producción promedio de 2209 kg.

A medida que este grupo ha aumentado, el grupo Mestizo con una producción inferior ha venido disminuyendo proporcionalmente, los grupos Holstein, 1/2 Pardo Suizo y Pardo Suizo no influyen en el incremento en la producción, el primero por su escaso número en el hato y los otros dos grupos porque han mantenido una proporción constante durante el período comprendido en este trabajo (Figura 2).

El análisis de variancia para la producción de leche (Cuadro A6) detectó diferencias altamente significativas entre grupos raciales y años, para épocas/años las diferencias fueron significativas, la influencia de estos factores sobre la variación total en la producción de leche fue de 16,6, 8,7 y 1,0% respectivamente, el coeficiente de variación fue de 31,9% indicando una variabilidad considerable para esta medida.

Cuadro 14. Producción de leche de acuerdo al año del parto

Año	n	Producción kg
1972	121	2055
1973	174	1796
1974	224	1902
1975	209	2264
1976	232	2425
1977	223	2146

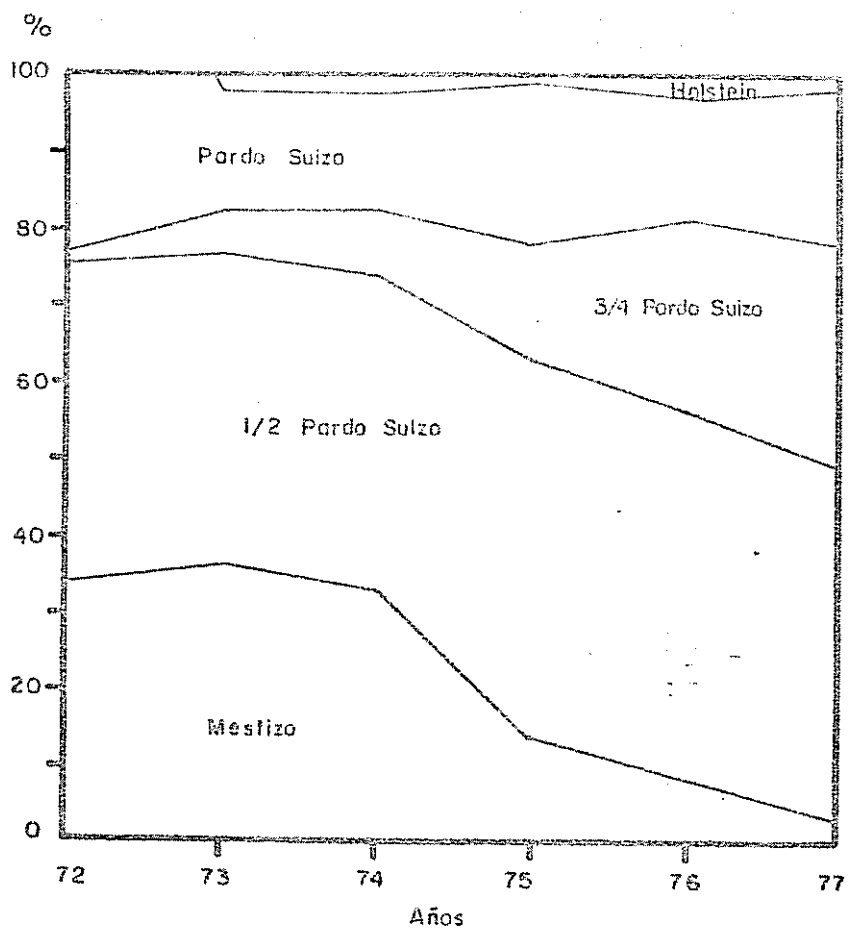


Fig. 2 Cambios proporcionales de la composición racial en el hato durante el período estudiado. Finca Monte Grande, El Salvador (Estimaciones hechas con referencia a lactancias iniciadas)



La prueba de Duncan mostró diferencias altamente significativas entre el grupo 1 con los demás grupos y entre el Pardo Suizo y el 3/4 Pardo Suizo.

#### 4.2.1 Índice de herencia de la producción de leche

En el Cuadro 15 se muestran los valores encontrados para el índice de herencia ( $h^2$ ) de la producción de leche, en los tres grupos raciales donde se estimó este parámetro. Se puede observar que en los grupos, Pardo Suizo y 3/4 Pardo Suizo, los valores son negativos (-0,26 y -,17 respectivamente) esto puede explicarse si se considera que los datos utilizados en este trabajo corresponden a todas las lactancias, sin hacer ajustes por edad. Negrón (54) trabajando con lactancias reales, obtuvo resultados similares en algunos de los grupos raciales con los que trabajó. Además del efecto de la edad de las vacas, la variación entre años influye sobre la variación de las lactancias dentro de vacas. Si el efecto de estos factores es considerable, la variación entre toros proporcionalmente es mínima comparada con la variación entre y dentro de vacas. Para este caso en particular, en dos grupos raciales el componente de toros resultó negativo. Los altos errores estandar indican que los parámetros no son muy confiables; para que la selección de toros sea efectiva, es necesario realizar ajustes para efectos ambientales y edad de las vacas.

Cuadro 15. Indices de herencia de la producción de leche

Grupo Racial	n	$h^2$	error estandar
Pardo Suizo	199	-0,26	0,13
3/4 Pardo Suizo	128	-0,17	0,13
1/2 Pardo Suizo	110	0,13	0,26

Cuadro 16. Análisis de variancias para estimar los índices de herencia y repetibilidad de la producción de leche (kg).

Pardo Suizo

FV	gl	CM	Co. Va.	% de variación (1)
Padres	32	565300	- 36800	0
Hijas/padres	55	780600	102300	17,3
Lact./hijas	111	489900	489900	82,7

3/4 Pardo Suizo

FV	gl	CM	Co. Va.	% de variación (1)
Padres	8	270600	- 14100	0
Hijas/padres	64	439300	113300	31,9
Lact./hijas	55	241300	241300	68,1

1/2 Pardo Suizo

FV	gl	CM	Co. Va.	% de variación (1)
Padres	10	404800	9300	3,4
Hijas/padres	47	321000	58000	20,8
Lact./hijas	52	211300	211300	75,8

(1) Según los componentes

Co. Va.: Componentes de variancia

En el Cuadro 16 se muestran los análisis de variancia para estimar los índices de herencia de la producción de leche. Se puede observar que solo en el grupo 1/2 Pardo Suizo el componente de variancia de toros resultó positivo, el valor estimado del índice de herencia en este grupo racial fue de 0,13. La menor variabilidad fenotípica encontrada en este grupo racial permitió que se expresaran, al menos en parte, las diferencias genéticas entre toros. Esto puede ser debido a que aunque exista una mayor variabilidad genética, esta puede ser de carácter no aditivo, permitiendo que se manifiesten algunos efectos de heterosis, lo que repercute en una mejor adaptación de este grupo al medio ambiente. Otra posible causa de este resultado es que pueden existir cuidados preferenciales en este grupo racial.

#### 4.2.2 Índice de repetibilidad de la producción de leche

Los resultados encontrados para el índice de repetibilidad de la producción de leche fueron de: 0,17, 0,32 y 0,24 para los grupos raciales Pardo Suizo, 3/4 Pardo Suizo y 1/2 Pardo Suizo respectivamente (Cuadro 17). Estos valores son comparables con los obtenidos en algunos trabajos (3,11,19,46,51,61), sin embargo tienden a ser bajos, indicando probablemente la influencia que tienen la variabilidad entre años y la edad de las vacas sobre la producción de leche.

Cuadro 17. Índices de repetibilidad de la producción de leche.

Grupo Racial	n	IR	error estandar
Pardo Suizo	199	0,17	0,09
3/4 Pardo Suizo	128	0,32	0,12
1/2 Pardo Suizo	110	0,24	0,13

#### 4.3 Análisis económico

##### 4.3.1 Rentabilidad

El desglose del capital invertido y el análisis de rentabilidad en el año de 1978, se indican en el Cuadro A9. Se puede observar que se obtuvo un ingreso neto de -163888,9 colones salvadoreños. Este resultado es debido a la magnitud de los costos fijos, en donde los intereses sobre el capital fijo, intereses sobre el capital de semovientes, la renta de la tierra y la depreciación sobre el capital fijo constituyen aproximadamente el 50% de los costos totales. En el Cuadro 18 se muestra la influencia de varios factores sobre el costo total. La alimentación y mano de obra contribuyen con 24,0 y 17,9%, respectivamente. Normalmente en explotaciones con estabulación los costos de alimentación son de 60 a 70% del costo total (67), pero para este tipo de explotación en donde la alimentación está basada en pastoreo, los costos de alimentación son menores, aún así, es el factor que más influencia tiene sobre los costos totales.

Cuadro 18. Resumen de los costos de producción durante el año 1978.

Costos	Factor	Costo (col.) salvadoreños)	%	%
	Renta la tierra	60200	10,9	22,4
	Interés sobre el capital fijo	89896	16,3	33,5
Fijos	Interés sobre el capital semovientes	53839	9,7	20,0
	Depreciación del capital fijo	64442	11,6	24,1
	Energía eléctrica	900	0,2	0,3
	Mano de obra	99103	17,9	34,8
	Alimentación*	132810	24,0	46,8
Variables	Medicinas	22236	4,1	7,7
	Inseminaciones	2743	0,5	1,0
	Combustibles y lubricantes	24665	4,5	8,7
	Varios	1896	0,3	0,7

\* El cálculo de costos de alimentación incluyó costos de fertilizantes, insecticidas y herbicidas para los potreros.

Para el cálculo del ingreso bruto se consideraron los ingresos por venta de ganado, ingresos por venta de leche y la leche consumida en la finca, esta última aunque no constituye un ingreso en efectivo debe incluirse puesto que es parte de la producción e influye sobre el ingreso. La influencia del ingreso por venta de leche, sobre el ingreso total fue de 68%, por venta de ganado 24% y por la leche consumida en la finca 8%. Como se había mencionado anteriormente, no solo se venden vacas de desecho y terneros machos cruzados en la finca, sino también se venden toretes puros al año de edad, para usarlos como sementales, esta es la razón por la que el ingreso por venta de ganado sea casi la cuarta parte del ingreso total.

#### 4.3.2 Influencia de algunos factores técnicos y económicos sobre el ingreso bruto por venta de leche

Se realizó un análisis de regresión lineal múltiple con el objeto de determinar la influencia relativa del precio por kg de leche ( $x_1$ ), el porcentaje de vacas en ordeño ( $x_2$ ) y la producción por vaca por día ( $x_3$ ), sobre el ingreso bruto correspondiente a venta de leche ( $y$ ) (Cuadro A10). Los resultados se muestran en el Cuadro 19. Se puede observar que los tres factores presentan correlaciones similares con el ingreso bruto (0,63, 0,65 y 0,65 para  $x_1$ ,  $x_2$  y  $x_3$ , respectivamente). Sin embargo, la influencia relativa sobre el ingreso bruto solo es similar para  $x_1$  y  $x_3$  (46,6 y 46,4% respectivamente). El porcentaje mensual promedio de vacas en ordeño fue  $74,2 \pm 6,5\%$ , la poca variación de este factor y el efecto directo del precio y la cantidad producida por vaca sobre el ingreso, determinó que su influencia fuera mínima

Cuadro 19. Influencia de tres indicadores sobre el ingreso bruto por venta de leche, 1975-1978: n= 48 observaciones mensuales.

Indicador	$r_{xy}$	$b^*$	$b^{\wedge}$	Influencia (%)**
$x_1$ Precio/kg de leche	,63	47,2	,632	46,6
$x_2$ % de vacas en ordeño	,63	71,0	,095	7,0
$x_3$ Leche/vaca/día	,65	32,3	,628	46,4

$$R^2 = 0,87$$

\* $b_1$  en unidades de mil colones,  $b_3$  en unidades de 100 kg

\*\* Según las regresiones parciales estandarizadas ( $b^{\wedge}$ )

Los promedios y desviaciones estandares se presentan en el Cuadro 20

Cuadro 20. Promedios de tres indicadores, 1975-1978: n= 48 observaciones mensuales.

Indicador	Promedio	d.e.
Precio de leche, c/kg	0,48	0,06
Vacas en ordeño, %	74,27	6,54
Prod. de leche, kg/vaca/día	5,71	0,94



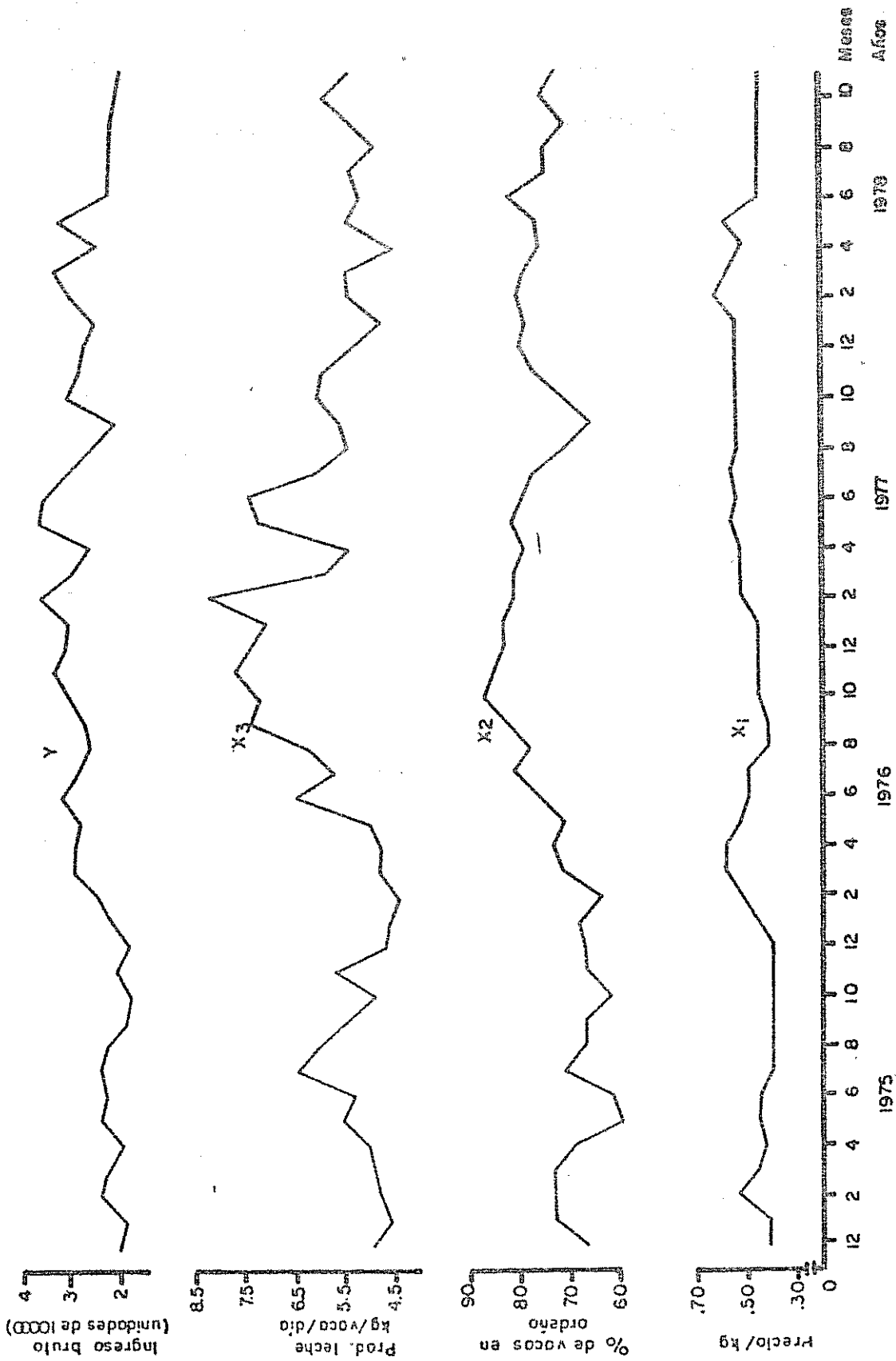


Fig. 3 Comportamiento mensual de precio por kg de leche (X1), % de vacas en ordeño (X2), producción/vaca/día (X3) e ingreso por venta de leche (Y) durante el periodo de 1975 a 1978. Finca Monte Grande, El Salvador

en el ingreso bruto por venta de leche. En la Figura 3 se presenta el comportamiento de las cuatro variables durante el período de 1975 a 1978. En el Cuadro All se muestran los valores utilizados en este análisis.

#### 4.4 Consideraciones generales

Con respecto a los factores técnicos analizados en este trabajo, se puede decir que durante el período estudiado existe una tendencia a mejorar estos factores. Después del año de 1972 se presenta una pobre respuesta del hato en la producción de leche, IEP, EIP y PIP (ver Figura 1). El comportamiento con respecto al IEP y la producción de leche, está confundido por efectos de tiempo, considerando que el IEP y la producción están definidos por la fecha del parto inicial. En el caso del IEP los efectos reales corresponden a varios meses adelante de la fecha que lo define. Para la producción de leche, este efecto en realidad se manifiesta principalmente unos 3 ó 4 meses de iniciada la lactancia. Puede observarse pues, que entre los años de 1973 y 1974, el comportamiento de los cuatro factores es el más crítico de todo el período, después se hace evidente una notable mejora en el comportamiento del hato en los cuatro aspectos, hasta el período de 1976-1977, donde aparece nuevamente una respuesta desfavorable del hato. Estas fluctuaciones, aunque se desconozcan los motivos exactos que las provocan, pueden ser debidas a cambios drásticos en el manejo de la finca, sin descartar el efecto que puede tener los cambios en la composición racial durante el período en estudio.

En la Figura 2 se puede observar los cambios proporcionales en la

composición racial del hato, es notable la escasa influencia del grupo Holstein, la disminución del grupo Mestizo, el aumento proporcional del grupo 3/4 Pardo Suizo y la relativa estabilidad de los grupos puro y 1/2 Pardo Suizo. Desde este punto de vista, parece ser que las fluctuaciones en el comportamiento del hato son motivadas solamente por la disminución del grupo Mestizo con el consecuente aumento del 3/4 Pardo Suizo. Sin embargo si se observan las Figuras 4 y 5, donde se presenta el comportamiento individual de los grupos raciales durante el período estudiado con respecto a la producción de leche y el IEP respectivamente, puede notarse que el período crítico de 1973-1974 afecta por igual aunque en distintas proporciones a todos los grupos raciales. Para esta etapa factores de manejo y administración en la finca pueden ser los responsables, por otro lado, la respuesta negativa que ocurre en 1977 para todos los grupos raciales con excepción del grupo desconocido y para el hato en general, parecería que fuera causada por efectos climáticos independientemente del manejo y la composición racial. Si se observa el Cuadro A12 donde se presenta las precipitaciones mensuales y el total anual de precipitación en la finca durante el período de 1974 a 1978, se nota que el año de 1977 tuvo la menor precipitación pluvial, factor que influye en la producción y calidad de los pastos y consecuentemente en el comportamiento productivo y reproductivo del hato. El grupo Mestizo por su rusticidad y resistencia a condiciones adversas no fue afectado como los demás grupos raciales, sin embargo por su escaso número en ese año, no afectó los promedios totales.

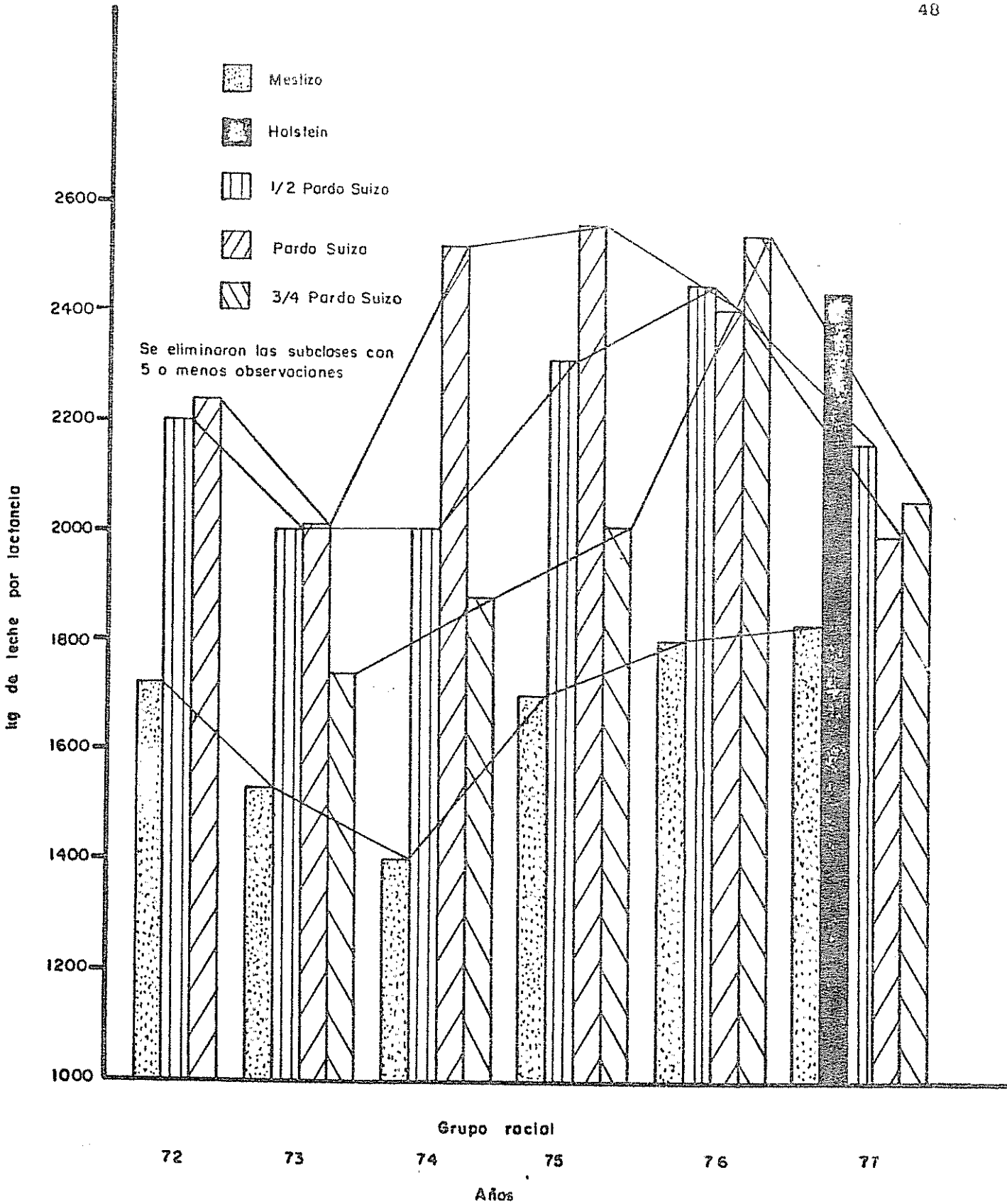


Fig. 4 Comportamiento de los grupos raciales durante el periodo estudiado con respecto a la producción de leche

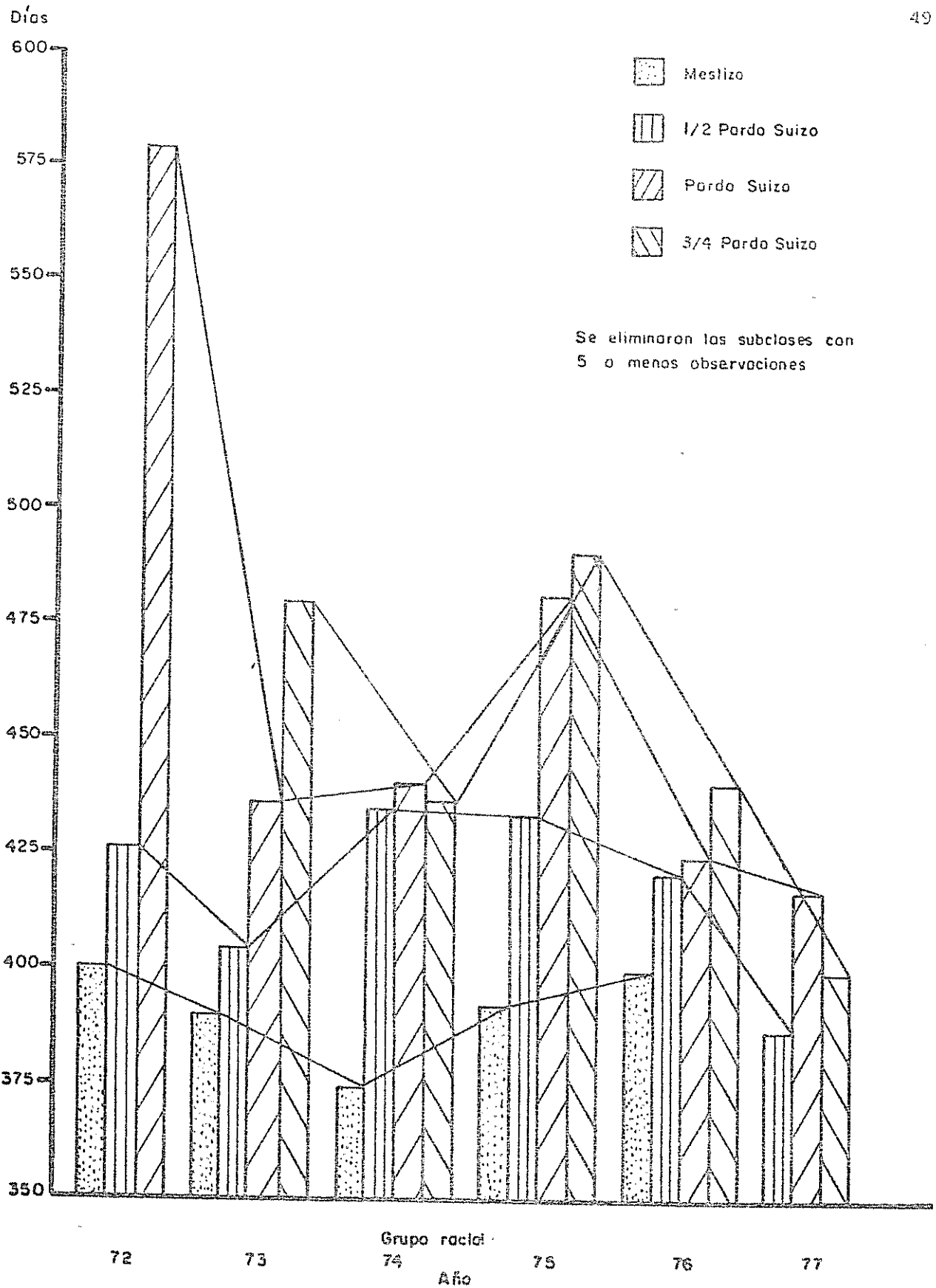


Fig. 5 Comportamiento de los grupos raciales durante el período estudiado con respecto al intervalo entre partos

En la estimación de parámetros genéticos de la producción de leche y el intervalo entre partos, se obtuvieron en la mayoría de los casos, altos errores estandares, invalidando la confiabilidad de dichos parámetros y dificultando la elaboración de un plan eficiente de mejoramiento y selección.

Por lo observado en este estudio, el grupo 1/2 Pardo Suizo presenta buen comportamiento productivo y reproductivo en el hato. En el Cuadro 21 se muestra la producción de leche por año calendario de los cinco grupos raciales. Se puede observar que el grupo Holstein obtuvo la mayor producción de leche, sin embargo el escaso número de observaciones en dicho grupo hace que este valor no sea confiable. El grupo 1/2 Pardo Suizo tuvo una mejor relación entre el comportamiento productivo y reproductivo, con una producción por año calendario de 1921 kg, el grupo 3/4 Pardo Suizo tuvo la misma producción real que el grupo 1/2 Pardo Suizo, sin embargo su reproducción es muy deficiente.

De acuerdo a las consideraciones anteriores, mantener el vigor híbrido en el hato de la finca podría ser la manera de estabilizar el comportamiento productivo y reproductivo de una forma tal que ninguno de los dos factores caiga a niveles críticos que perjudiquen la economía de la finca. Para estos fines, el uso de una tercera raza en un sistema de cruzamiento rotacional podría ser la solución. Esta raza puede ser la Jersey, la cual ha mostrado un buen comportamiento en medios tropicales (3,20,48,82).

Cuadro 21. Comparación entre el comportamiento productivo y reproductivo de los cinco grupos raciales.

Grupo Racial	n	Producción de leche real (kg)	n	I E P (meses)	Producción de leche/ año calendario
Mestizo	234	1579	181	12,8	1480
Holstein	17	2581	9	13,5	2294
Pardo Suizo	228	2338	191	15,3	1834
3/4 Pardo Suizo	174	2208	130	14,6	1815
1/2 Pardo Suizo	530	2209	456	13,8	1921
Total o promedio	1183	2114	967	14,0	1812

El análisis de rentabilidad del año de 1978, hace notar que el costo total de producción, se ve afectado por los costos de oportunidad, como son, los intereses y depreciación sobre el capital invertido. Los niveles del ingreso por venta de leche y venta de ganado no son suficientes para compensar el alto costo de producción, aún con altos niveles de producción sería difícil obtener una eficiencia económica. Si la producción promedio por lactancia se incrementa en un 50%, es decir a 3200 kg aproximadamente, el ingreso neto aumentaría en 80%, pero aún seguiría siendo negativo (-32130 colones salvadoreños). En realidad, en la finca no se contabilizan el total de los costos fijos, solo se consideran los costos directos en efectivo, de acuerdo a esto, el ingreso neto en efectivo en 1978 fue de 74482 colones salvadoreños.

De acuerdo con la metodología utilizada, para detectar la influencia del precio por kilogramo de leche, porcentaje de vacas en ordeño y producción por vaca por día sobre el ingreso por venta de leche, se pudo observar que el porcentaje de vacas en ordeño influye poco en el ingreso bruto por venta de leche. El precio por kilogramo de leche y la producción diaria por vaca son importantes en la determinación del ingreso, el primero difícilmente se puede manipular generalmente por estar determinado por la oferta y demanda de leche en el mercado de la región o por políticas gubernamentales, en el segundo es en donde tendrían que tomarse estrictas medidas para mejorarlo y poder incrementar el ingreso; indudablemente una política en reducir los costos de producción tendría que acompañarlo. La variabilidad fenotípica en la



producción de leche nos indica que un número considerable de vacas tienen producciones muy inferiores al promedio del hato. Es posible eliminar aproximadamente la sexta parte de las vacas en producción, es decir aquellas vacas que tengan una producción inferior de una desviación estandar menos del promedio. El promedio de producción de leche es de  $2114^{+}675$  kg ( $4656^{+}1487$  lbs), de acuerdo a esto deberían de eliminarse las vacas de más de un parto, que tengan producciones inferiores a 1500 kg (3200 lbs). En el caso de las vacas primerizas, considerando que su producción es aproximadamente el 80% de una vaca adulta, es decir 1700 kg (3725 lbs), se deben de desechar las que tengan producciones menores de 1025 kg (2258 lbs). Al eliminar a estas vacas del hato la producción total no sería muy afectada, sin embargo los costos de alimentación se reducirían.

Por lo observado en este trabajo, la mano de obra y la alimentación tienen una influencia considerable sobre los costos, sin embargo los gastos en medicinas y combustibles también son importantes (ver Cuadro 18). De acuerdo a lo anterior, sería conveniente hacer un análisis exhaustivo de estos factores con el propósito de detectar problemas en el manejo y administración de los mismos.

## 5. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Con el objetivo de evaluar el comportamiento productivo, reproductivo y económico de un hato de ganado lechero, se utilizó la información recopilada en el período de 1972 a 1977, en la finca Monte Grande, ubicada en el Cantón Monte Grande, departamento de San Miguel, El Salvador.

Los análisis se realizaron con los siguientes grupos raciales: Mestizo (M), Holstein (H), Pardo Suizo (PS), 3/4 Pardo Suizo (3/4 PS) y 1/2 Pardo Suizo (1/2 PS). El promedio de producción de leche (hasta 305 días) fue de 2114 kg, la producción fue afectada significativamente por los grupos raciales ( $P \leq 0,01$ ), años ( $P \leq 0,01$ ) y épocas dentro de años ( $P \leq 0,05$ ). Los promedios individuales de los grupos raciales fueron: 1579, 2581, 2238, 2208 y 2209 kg para M, H, PS, 3/4 PS y 1/2 PS, respectivamente.

La eficiencia reproductiva se midió con el intervalo entre partos (IEP), como información adicional se analizó la edad al primer parto (EIP) y el peso al primer parto (PIP). El promedio general del IEP fue de 14 meses, este parámetro fue afectado significativamente ( $P \leq 0,01$ ) por los grupos raciales, años y épocas dentro de años, los promedios de los grupos raciales fueron de 12,8, 13,5, 15,3, 14,6 y 13,8 meses para M, H, PS, 3/4 PS y 1/2 PS, respectivamente. La EIP promedió 37,6 meses y fue afectada significativamente ( $P \leq 0,01$ ) por los grupos raciales y años, los promedios individuales de los grupos raciales fueron de 31,8, 32,6, 47,4, 33,2 y 33,4 para M, H, PS, 3/4 PS y 1/2 PS, respectivamente.

Para el PIP el promedio fue de 384 kg, fue afectado significativamente por los grupos raciales ( $P \leq 0,01$ ), años ( $P \leq 0,01$ ) y épocas dentro de años ( $P \leq 0,05$ ), los promedios individuales fueron: 383, 388, 425, 365 y 374 kg para M, H, PS, 3/4 PS y 1/2 PS, respectivamente.

Se estimaron índices de herencia ( $h^2$ ) y repetibilidad (IR) de la producción de leche (lactancias reales) y el IEP, en los grupos PS, 3/4 PS y 1/2 PS. Los valores encontrados fueron:  $-0,26^{\pm},_{13}$ ,  $-0,17^{\pm},_{13}$  y  $0,13^{\pm},_{26}$ , respectivamente para  $h^2$  de producción de leche y  $0,17^{\pm},_{09}$ ,  $0,32^{\pm},_{12}$  y  $0,24^{\pm},_{13}$  para IR. Para el IEP los valores fueron  $-0,18^{\pm},_{20}$ ,  $0,04^{\pm},_{22}$  y  $-0,03^{\pm},_{03}$  para  $h^2$  y  $0,32^{\pm},_{20}$ ,  $0,12^{\pm},_{22}$  y  $0,57^{\pm},_{22}$  para IR, de los grupos PS, 3/4 PS y 1/2 PS, respectivamente.

El análisis de rentabilidad del año de 1978 indicó un ingreso neto de -163889 colones salvadoreños y un ingreso neto en efectivo de 74482. Los costos fijos (intereses y depreciación) constituyeron el 48,5% del costo total, la alimentación el 24% y mano de obra el 17,9%. La cuarta parte del ingreso bruto fue debido a venta de ganado. El precio por kilogramo de leche, porcentaje de vacas en ordeño y producción diaria por vaca influyeron sobre la variación total del ingreso bruto mensual por venta de leche en 46,6, 7,0 y 46,4%, respectivamente.

En base a los resultados encontrados en este trabajo, se concluye que:

1. Aunque existe una tendencia a mejorar el comportamiento productivo y reproductivo del hato, los valores actuales encontrados en este trabajo, aún no son los recomendables para una finca eficiente.

2. Los grupos cruzados tienen un mejor comportamiento productivo y reproductivo que el Pardo Suizo puro.
3. La variabilidad en los parámetros genéticos, hace poco confiable las estimaciones y dificulta la elaboración de un plan eficiente de mejoramiento y selección.
4. Por la variabilidad observada en la producción de leche, es posible mejorar fenotípicamente esta característica por medio de selección.
5. La finca no es económicamente rentable debido en gran parte a las inversiones, sobre todo en construcciones y edificios.

## 6. SUMMARY AND CONCLUSIONS

With the objective of evaluating the productive, reproductive and economic performance of a dairy herd, the information from the farm "Monte Grande" located in the Canton of Monte Grande, San Miguel, El Salvador was analyzed. The data represented a period of operation from 1972 to 1977.

The data included the following breed groups: Mixed (M), Holstein (H), Brown Swiss (PS), 3/4 Brown Swiss (3/4 PS) and 1/2 Brown Swiss (1/2 PS). The average lactation milk production (maximum of 305 days) was 2114 kg, which was significantly affected by breed ( $P \leq .01$ ), years ( $P \leq .01$ ) and season within years ( $P \leq .05$ ). The various breed groups averaged 1579, 2581, 2238, 2208 and 2209 kg for M, H, PS, 3/4 PS and 1/2 PS, respectively.

Reproductive efficiency was measured as calving interval (IEP), and additional information was analyzed for age at first calving (EIP), and weight at first calving (PIP). The general average for IEP was 14 months, which was significantly ( $P \leq .01$ ) affected by breed groups, years and seasons within years. The averages by breed groups were 12.8, 13.5, 15.3, 14.6 and 13.8 months for M, H, PS, 3/4 PS and 1/2 PS, respectively. The average for EIP was 37.6 months and was significantly ( $P \leq .01$ ) affected by breed groups and years. The separate group averages were 31.8, 32.6, 47.7, 33.2 and 33.4 for M, H, PS, 3/4 PS and 1/2 PS, respectively. For PIP the overall average was 384 kg and was significantly affected by breed groups ( $P \leq .01$ ), years ( $P \leq .01$ )

and seasons within years ( $P \leq .05$ ). The breed averages were 383, 388, 425, 365 and 374 kg, respectively for M, H, PS, 3/4 PS and 1/2 PS.

Estimates of heritability ( $h^2$ ) and repeatability (IR) for milk production (not adjusted) and IEP for the breed groups, PS, 3/4 PS and 1/2 PS were made. The following values were calculated (in above order of breed groups):  $h^2$  for milk production,  $-0.26^{+.13}$ ,  $-0.17^{+.13}$  and  $0.13^{+.26}$ ; IR for milk production,  $0.17^{+.09}$ ,  $0.32^{+.12}$  and  $0.24^{+.13}$ ,  $h^2$  for IEP  $-0.18^{+.20}$ ,  $0.04^{+.22}$  and  $-0.03^{+.03}$ , IR for IEP  $0.32^{+.20}$ ,  $0.12^{+.22}$  and  $0.57^{+.22}$ .

The economic profitability analysis for the 1978 year indicated that the net income was negative, -163889 salvadorean colones whereas the net cash income was 74482 colones. Fixed costs (interest and depreciacion) represented 48.5% of the total costs while feed accounted for 24% and labor 17.9%. One fourth of the gross income was from animal sales. Milk price, percent of cows in milk and daily average cow production were responsible for 46.6, 7.0 and 46.4%, respectively, of the variation in gross monthly income.

Based on the results of the study, the following conclusions were drawn:

1. Although the production and reproduction of the herd has improved, the levels observed in this study do not reach those considered efficient.
2. Milk yields and reproductive performance in crossbreds were superior to those of purebred Brown Swiss.

3. The genetic parameters estimated were variable with high standard errors and consequently are not reliable as a base for a breeding program.
  
4. Milk yields were variable and indicate the viability of phenotypic improvement by selection.
  
5. Partly due to the very large investments in this farm especially in constructions, this operation is not economically profitable.

## 7. RECOMENDACIONES

1. Mantener un alto grado de vigor híbrido en el hato, ya sea con cruzamientos alternos usando sementales Pardo Suizo y Criollos o con un sistema rotacional utilizando una tercera raza.
2. Seleccionar las vacas por sus producciones reales por lactancia, agrupándolas por su edad, eliminando cada año un mínimo de una sexta parte de las vacas con las producciones inferiores.
3. Realizar un análisis exhaustivo en los costos de alimentación, mano de obra, medicinas y combustibles para detectar problemas en el manejo y administración de los mismos.



## 8. LITERATURA CITADA

1. ADKINSON, R.W. et al. Correlaciones genéticas de producción de leche en Ecuador. Memoria ALPA (México) 9:74-75. 1974.
2. ALVAREZ, F.J., SAUCEDO, G. y ARRIAGA, A. Milk and calf production in dual purpose systems: Results under commercial conditions. Dairy Science Abstracts 41(6):317. 1979.
3. ALVAREZ, J.R. Evaluación de 25 años de selección en un hato lechero del trópico húmedo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE, 1975. 58 p.
4. ALVES, R. et al. Comportamento medís das vacas e rebanhos controlados pelo serviço de controle leiteiro da associação Paulista de criadores de bovinos 1945-1966. Revista do Criadores (Brasil) 38:18-108. 1967.
5. ARORA, K.L., TOMAR, S.S. y SINGAL, S.P. Factors affecting the reproductive efficiency of Harijana cattle - the duration of post-partum breeding interval. Animal Breeding Abstracts 41(6):299. 1973.
6. AROREIRA, J.A.D.C. Intervalo entre partos no rebanho Zebu - leiteiro da fazenda experimental de criação "Getulio Vargas" em Uberaba. Brasil, Ministerio de Agricultura, Instituto de Zootecnia. Publicación No. 28. 1959. 10 p.
7. BARRADA, M.S., FAHMY, S.K. y ABDEL-GHANY, W. Inter-relationships between age at first calving and production during first lactation of imported Friesian cattle and their locally born daughters. Journal of Animal Production of the United Arab Republic. 9(2):189-196. 1969.
8. BASU, S.B. y GHAI, A.S. Inheritance of age at first calving and its correlation with first lactation milk production in crossbred cattle. Dairy Science Abstracts 40(2):79. 1978.
9. BECKER, W. Manual of procedures in quantitative genetics. Pullman, Washington State University, 1968. 130 p.
10. BENYA, E.G. et al. Parámetros genéticos para producción y composición de leche. Memoria ALPA (México) 9:75-76. 1974.
11. BEROUSEK, E.R. et al. Heritability and repeatability estimates of production and type of Guernsey cattle. Journal of Dairy Science 42(5):925. 1959.

12. BHATNAGAR, D.S., GURNANI, M. y NAIR, P.G. Cross-breeding of Brown Swiss with Sahiwal and Red Sindhi cows. *Animal Breeding Abstracts* 41(8):379. 1973.
13. \_\_\_\_\_., GURNANI, M. y NAIR, P.G. Performance of Brown Swiss bulls on the cross-breds at NDRI Karnal. *Animal Breeding Abstracts* 41(8):379. 1973.
14. \_\_\_\_\_ y SHARMA, R.C. Heterosis in Karan Swiss cows. *Animal Breeding Abstracts* 47(3):120. 1979.
15. BODISCO, V. et al. Cuatro lactancias consecutivas en vacas Criollas Pardo Suizas en Maracay Venezuela. *Memoria ALPA (México)* 3:61-76. 1968.
16. \_\_\_\_\_. Comportamiento de ganado Criollo lechero, en fincas privadas de la región de Río Limón en el estado de Zulia. I. Informaciones preliminares. Venezuela, Ministerio de Agricultura y Cría. Boletín No. 13. 1962. 17 p.
17. \_\_\_\_\_. Primera lactación de tres generaciones Holstein y Pardo Suizo en Maracay, Venezuela. *ALPA Resúmenes* 1:17. 1977.
18. \_\_\_\_\_. Reproducción en ganado mestizo de Pardo Suizo. *Memoria ALPA (México)* 11:66. 1976.
19. \_\_\_\_\_., VERDE, O. y WILCOX, C.J. Producción y reproducción de un lote de ganado Pardo Suizo. *Memoria ALPA (México)* 6:81-95. 1971.
20. CARMONA, S. y MUÑOZ, H. Intervalo entre partos y número de servicios por preñez en vacas Criollas, Jersey y encastadas de Suizo en clima tropical húmedo. *Memoria ALPA (México)* 1:7. 1966.
21. CERRADA, G. et al. Producción de leche de mestizos comerciales en el trópico seco. *ALPA Resúmenes* 1:14. 1977.
22. CEVALLOS, C. et al. Comportamiento productivo del ganado de la región de Carora (Venezuela) de 1961 a 1965. *Memoria ALPA (México)* 3:194. 1968.
23. COOPER, T. Analysis of sources of variation in calving intervals of dairy cattle. Thesis Ph. D. Lexington, Kentucky, University of Kentucky, 1966. 73 p.
24. DE ALBA, J. Reproducción y genética animal. México, D.F., SIC, 1970. 446 p.

25. DE ALBA, J. y CARRERA, C. Selección de ganado Criollo lechero tropical. Comunicaciones de Turrialba No. 61. 1958. 68 p.
26. EL-ITRIBY, A. y ASKER, A. Some production characteristics of native cattle, Friesian, Shorthorn, and their crosses in Egypt. Empire Journal of Experimental Agriculture 26:314-322. 1958.
27. EVANS, D.L., BRANTON, C. y FARTHING, B.R. Heritability estimates and interrelationships among production per day of productive life, longevity, breeding efficiency and type in Holstein cows. Journal of Dairy Science 47(6):699. 1964.
28. EVERETT, R.W., ARMSTRONG, D.V. y BOYD, L.J. Genetic relationship between production and breeding efficiency. Journal of Dairy Science 49(7):879-886. 1966.
29. FALCONER, D.S. Introducción a la genética cuantitativa. Trad. por Fidel Marquez Sánchez. México, D.F., Continental, 1976. 430 p.
30. GACULA, M.C., GAUNT, S.N. y DAMON, R.A. Genetics and environmental parameters of milk constituents for five breed. Journal of Dairy Science 51:428-437. 1968
31. GARCIA BETANCOURT, E., BODISCO, V. y PAZ, M. Production and fertility of crossbred cattle at three farms in the district of Araure in 1973. Dairy Science Abstracts 40(2):79. 1978.
32. GILL, G.S. y ALLAIRE, F.R. Genetic and phenotypic parameters for a profit function and selection method for optimizing profit in dairy cattle. Journal of Dairy Science 59(7):1325-1333. 1976.
33. GOPAL, O. y BHATNAGAR, D.S. Effect of age at first calving and first lactation yield on life time production on Sahiwal cattle. Animal Breeding Abstracts 41(9):438. 1973.
34. GRUTER, O. Results of milk recording in Swiss Browns in 1976/77. Animal Breeding Abstracts 46(10):556. 1978.
35. HAFEZ, F.S.E. Adaptación de los animales domésticos. Trad. por Ramón Palazon, Ana María Palazon y Joaquín Palenzuela. Barcelona, Labor, 1973. 562 p.
36. HAIGER, A. et al. Comparison of Austrian Brown cattle with Brown Swiss and Holstein Friesian crossbreds. Animal Breeding Abstracts 46(3):151. 1978.
37. HAMMOND, J. Avances en fisiología zootécnica. La Habana, Edición Revolucionaria, 1966. V. 2., 1966. 1330 p.

38. HOLDRIDGE, L.R. Ecología basada en zonas de vida. Trad. por Humberto Jiménez-Saa. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1978. 216 p.
39. JANICKI, C. Milk and fat yields of cows with long herd life. Dairy Science Abstracts 37(1):3. 1975.
40. JARA, A.M. y WHITE, J.M. Factores climáticos y producción de leche en la costa central del Perú. Memoria ALPA (México) 7:89-103. 1972.
41. JOHANSSON, I. y RENDEL, J. Genética y mejora animal. Trad. por Francisco Puchal Mas y Pedro Ducar Maluenda. Zaragoza, Acribia, 1972. 567 p.
42. KATAYAMA, O. et al. Studies on the productivity of dairy cattle in Southern Kyushu District. I. Effect of calving season on production of Holstein cows at Sumiyoshi breeding station. Animal Breeding Abstracts 47(2):64. 1979.
43. LEROY, p., HANSET, R. y FRANCOIS, A. Effect some non-genetic factors on milk production. II. Effects of age at first calving and season of calving in Hervé Black Pied cattle. Animal Breeding Abstracts 47(2):64. 1979.
44. \_\_\_\_\_. Effects of some non-genetic factors on milk production. III. Effect of calving interval on the first lactation in Hervé Black Pied cattle. Animal Breeding Abstracts 47(2):64. 1979.
45. LUSH, J.L. Bases para la selección animal. Trad. por Carlos Julio Fernández Alfonso. Buenos Aires, Ediciones Agropecuarias Peri, 1969. 673 p.
46. MAGOFKE, J.C. Estimación del mejoramiento genético en producción de leche, grasa y largo de lactancias en el ganado Criollo lechero de Turrialba. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1964. 110 p.
47. \_\_\_\_\_. y BODISCO, V. Estimación del mejoramiento genético del ganado Criollo en Maracay, Venezuela entre los años 1955-1964. Venezuela, Centro de Investigaciones Agronómicas. Circular No. 12. 1966. 19 p.
48. MALTOS, J. y CARTWRIGHT, T.C. Producción de leche bajo condiciones de trópico húmedo. Hatos fundadores de Jersey y Criollo en Turrialba, Costa Rica. Memoria ALPA (México) 6:187. 1971.

49. MARTINEZ, N.O., VERDE, O. y FENTON, R.F. Producción de bovinos de leche de la zona alta de Venezuela. ALPA Resúmenes 1:18. 1977.
50. MENENDEZ, A. et al. Development of reproductive characters in 3/4 Zebu, 1/4 Holstein - Friesian heifers. 3 Heritability of age at first gestation and calving. Animal Breeding Abstracts 47(1):11. 1979.
51. MORALES, J.C. Estudio de las características de reproducción y producción en un hato Guernsey en la zona alta de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1972. 46 p.
52. MOULICK, S.K. et al. Potential of Deshi cattle of India for dairy production. Journal of Dairy Science 55(8):1148-1155. 1972.
53. NAIR, B.R.K. y KELATH, R.R. Studies on the first yield of Brown Swiss x Zebu crossbred (F<sub>1</sub>) cows in Kerala. Dairy Science Abstracts 40(5):258. 1978.
54. NEGRON, A.A. Características de producción y reproducción de un hato lechero en la zona húmeda de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1974. 58 p.
55. \_\_\_\_\_ y TERAN, B. Producción de leche en el altiplano peruano. ALPA Resúmenes 1:30. 1977.
56. NGERE, L.O. et al. Factors influencing milk yield of Hariana cattle. Journal of Animal Science 36(3):457-465. 1973.
57. NORMAN, H.D. et al. Effect of age and month of calving on solids not-fat and protein yield for five breeds. Journal of Dairy Science 61(2):239-245. 1978.
58. ODEDRA, B.A., KAUSHIK, S.N. y KATPATAL, B.G. Sources of variation in milk production in Gir cattle. Dairy Science Abstracts 41(2):63. 1979.
59. PATEL, A.M. y PATEL, R.M. Partial milk yield and age at first calving as the measures to predict lactation yield in Jersey cattle. The Indian Veterinary Journal 52(10):782-784. 1975.
60. PEREIRA, J.C. et al. Produção de leite da vaca Guzera nos tres primeiros meses de lactação. Memoria ALPA (México) 9:64-65. 1974.

61. PEROZO, T. Características de reproducción y producción de un hato Holstein en zona de altura del trópico. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1971. 39 p.
62. PLANAS, M.T., RODRIGUEZ, R. y BEROVIDES, V. Productive performance of Zebu x Holstein  $F_1$  cows. Dairy Science Abstracts 40(4):198. 1978.
63. PLUM, M. Effects of season of calving on first lactation milk fat record of Holstein cows. Journal of Dairy Science 46(6): 621. 1978.
64. PRABHAKARAN, T. Investigation on certain economic characters in cows under field conditions. Indian Journal of Animal Science 46(6):411-414. 1972.
65. PRASAD, R.J. y PRASAD, R.B. A study on genetic and phenotypic parametres of some economic characters of Tharparkar cattle. Indian Veterinary Journal 49(12):1199-1206. 1972.
66. RAGAB, M.T., ABDEL-AZIZ, A.S. y FAHMY, S.K. Estimation of heritability of milk yield in the presence of farm and year effects. Journal of Animal Production of the United Arab Republic 10(1):1-6. 1970.
67. REKIB, A., HANDA, D.P. y REJPALI, S.K. Analysis of factors affecting cost of milk production in crossbred cows. The Indian Journal of Animal Science 48(5):340-343. 1978.
68. RIOS, C.E. y BODISCO, V. Estado actual de los estudios de ganado lechero en el Centro de Investigaciones Agronómicas. Venezuela, Ministerio de Agricultura y Cría. Boletín Técnico No. 11. 1962. 13 p.
69. RODRIGUEZ, R.A. Producción de leche y reproducción de un hato Jersey en la zona de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1976. 47 p.
70. ROMAN, H., CABELLO, E. y WILCOX, C.J. Algunos factores relacionados con producción de leche en clima tropical. Memoria ALPA (México) 11:52. 1976.
71. RONNINGEN, K., LAMPKIN, R. y GRAVIR, K. Zebu cattle in East Africa. II. Estimates of heritability and phenotypic correlation for some traits in Boran cattle. Dairy Science Abstracts 35(5):156. 1973.
72. \_\_\_\_\_. Zebu cattle in East Africa. I. The influence of environmental factors on some traits in Boran cattle. Dairy Science Abstracts 35(5):156. 1973.

73. SALAZAR, J.J. et al. Factores genético-ambientales en la producción de leche en Colombia. Memoria ALPA (México) 6:189. 1971.
74. SALAZAR, D. y HUERTAS, V.E. Milk production efficiency in tropical Colombia. Dairy Science Abstracts 40(3):132. 1978.
75. SALISBURY, G.W. y VANDERMARK, N.L. Fisiología de la reproducción e inseminación de los bovinos. Trad. de José Ma. Santiago Luque. Zaragoza, Acribia, 1964. 707 p.
76. SAVELI, O. y TAMMARU, J. The influence of length of various periods of a calving on milk yield. Dairy Science Abstracts 40(3):134. 1978.
77. SCHMIDT, G.H. y VAN VLECK, L.D. Bases científicas de la producción lechera. Trad. por Pedro Ducar Maluenda. Zaragoza, Acribia, 1975. 583 p.
78. SKJERVOLD, H. Effects of age at first calving. Animal Breeding Abstracts 47(4):178. 1979.
79. TANEJA, J.K. y CHAWLA, D.S. Heterosis in economic traits of Brown Swiss x Sahiwal crosses. Dairy Science Abstracts 40(9):481. 1978.
80. TOMAR, S.P.S. et al. Effect of year, herd and age at first calving on lactation and service periods of Haryana cattle. Dairy Science Abstracts 36(2):37. 1974.
81. \_\_\_\_\_ et al. Least - squares analysis of some environmental factors affecting first lactation milk yield in Haryana cattle. Indian Journal of Animal Science 41(9):780-783. 1971.
82. TORRES, I. Comportamiento reproductivo de varios grupos raciales de ganado lechero en el trópico húmedo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1973. 52 p.
83. VERDE, O. Producción de leche con mestizos Pardo Suizo. ALPA Resúmenes 1:9. 1977.
84. \_\_\_\_\_ et al. Características de producción lechera de tres hatos en la región tropical húmeda de Venezuela. Memoria ALPA (México) 3:195. 1968.
85. VOIGT, A.R. et al. Comparison of production of different types of crossbred dairy cattle. Dairy Science Abstracts 40(3): 132. 1978.
86. YANAGITA, K. et al. Variation in milk yield and milk quality of Japanese Black cattle on pasture all year round in relation to season and calving season. Animal Breeding Abstracts 47(2):65. 1979.

## 9. APENDICE



Cuadro A- 1. Composición del concentrado para terneros\*.

Ingredientes	Porcentaje
Harina de algodón	40%
Harina de soya	2
Afrecho de trigo	10
Harina de maíz	10
Olote molido	10
Harina de coco	20
Melaza	7
Minerales	1

\*Preparado en la finca

Cuadro A- 2. Composición del suplemento mineralizado para vacas lecheras\*.

Ingredientes	Porcentaje
Sal común	25
Harina de hueso	30
Magna phoscal	15
Biofos IMC	30

\* Preparado en la finca

Cuadro A- 3. Composición del concentrado para vacas lecheras\*.

Ingredientes	Porcentaje
Harina de algodón	34,5
Harina de coco	9,0
Afrecho de trigo	7,0
Harina de maíz	8,0
Olote molido	15,0
Melaza	25,0
Urea	0,5
Minerales	1,0

\*Preparado en la finca

Cuadro A- 4. Formato utilizado para la recopilación de la información sobre vacas lecheras de la finca Monte Grande.

<u>No. de Columna</u>	
1 - 5	Número de la vaca (identificación)
6 - 11	Día, mes año de nacimiento
12 - 16	Padre (identificación)
17 - 21	Madre (identificación)
22 - 25	Grupo racial
26 - 31	Fecha del primer parto
32 - 35	Producción de la primera lactancia (base 10 lbs)
36	Observaciones sobre la primera lactancia
37 - 42	Fecha del segundo parto
43 - 46	Producción de la segunda lactancia (base 10 lbs)
47	Observaciones sobre la segunda lactancia
48 - 53	Fecha del tercer parto
54 - 57	Producción de la tercera lactancia (base 10 lbs)
58	Observaciones sobre la tercera lactancia
59 - 64	Fecha del cuarto parto
65 - 68	Producción de la cuarta lactancia (base 10 lbs)
69	Observaciones sobre la cuarta lactancia
70	Número de la tarjeta de la vaca
71	Número total de tarjetas
72 - 75	Peso al primer parto

Cuadro A- 5. Análisis de variancia del intervalo entre partos (días)

FV	gl	CM	Co. Va.	% de variación (1)
Grupo Racial	4	153579**	824	6,3
Años	5	60162**	185	1,4
Epoca/años	6	93713**	1080	8,3
Error	951	11027	11027	84,0

\*\*  $PV \leq ,01$ 

CV = 24,5%

(1) = Según los componentes

Cuadro A- 6. Análisis de variancia para la producción de leche (kg).

FV	gl	CM	Co. Va.	% de variación (1)
Grupo Racial	4	22125883**	102247	16,6
Año	5	11090000**	53700	8,7
Epoca/año	6	1010280*	6252	1,0
Error	1167	455310	455310	73,7

\*  $P \leq ,05$ \*\*  $P \leq ,01$ 

CV = 31,9%

(1) = Según los componentes

Cuadro A- 7. Análisis de variancias para estimar el índice de herencia y de repetibilidad del intervalo entre partos (días).

Pardo Suizo

FV	gl	CM	Co. Va.	% de variación (1)
Padres	32	27110	- 1507	0
Hijas/padres	43	34380	8089	32,3
Obs./hijas	88	16975	16975	67,6

3/4 Pardo Suizo

FV	gl	CM	Co. Va.	% de variación (1)
Padres	5	13349	125	10,4
Hijas/padres	48	11657	1287	10,7
Obs./hijas	38	9474	9474	78,9

1/2 Pardo Suizo

FV	gl	CM	Co. Va.	% de variación (1)
Padres	10	7459	- 113	0
Hijas/padres	41	16272	6314	56,9
Obs./hijas	43	4781	4781	43,1

(1) Según los componentes

Cuadro A- 8. Resumen del análisis de variancia para edad al primer parto y peso al primer parto.

FV	E I P, días				P I P, kg			
	gl	CM	Co. Va.	% de variación (l)	CM	Co. Va.	% de variación (l)	
Grupo Racial	4	2393345**	47684	15,6	31477**	647	17,3	
Año	5	2335471**	54125	17,6	19483**	447	11,9	
Epoca/año	6	371359	5529	1,8	5901*	107	2,8	
Error	222	199583	199583	65,0	2548	2548	68,0	

\*:  $P \leq ,01$

\*\*  $P \leq ,05$

(l) Según los componentes

CV (EIP) = 39%

CV (PIP) = 13%

Cuadro A- 9. Inversiones en la Finca Monte Grande y análisis de rentabilidad para la empresa durante el año de 1978.

Inversiones:

1. Capital Fijo

Instalaciones y Edificios	404126,60
Maquinaria y Equipo	152420,00
Herramientas	1238,00
Instalación eléctrica	2500,00
Establecimiento de potreros	138750,00
Cercos	50100,00
	<u>Sub total</u> 749134,60

2. Capital Semovientes

Bovinos

Vacas (267)	294500,00
Vaquillas (283)	238100,00
Terneros (129)	52750,00
Toretas (14)	35000,00
Novillos (1)	700,00
Bueyes (17)	11900,00
Otras Especies	
Caballos (9)	450,00
	<u>Sub total</u> 633400,00

## Rentabilidad:

## 3. Costos Variables

Personal*	99103,15
Medicinas	22235,86
Inseminaciones	2743,00
Melaza	6110,25
Concentrados	86108,75
Fertilizantes	32035,08
Insecticidas	4444,50
Herbicidas	4111,43
Combustibles y lubricantes	24665,04
Energía eléctrica	900,00
Varios	1896,03

<u>Sub Total</u>	<u>284353,09</u>
------------------	------------------

## 4. Costos Fijos

Renta a la tierra**	60200,00
Interés del Capital fijo (12%)**	89896,15
Interés del Capital semovientes (8,5%)**	53839,00
<u>Depreciación del Capital fijo</u>	
Instalaciones y edificios	22761,09
Maquinaria y equipo	39482,18
Herramientas	532,45
Instalación eléctrica	1666,66

<u>Sub Total</u>	<u>268377,53</u>
------------------	------------------

\* Incluye costos de administración

\*\* Costos de oportunidad



Nota: Instalaciones y edificios (depreciación lineal).

$$d = \frac{\text{valor actual}}{\text{vida útil}}$$

Maquinaria y equipo (suma de años dígitos)

$$d = \frac{\text{vida útil}}{\text{suma de dígitos}} \times \text{valor actual}$$

5. Ingreso Bruto

Venta de ganado	95317,50
Venta de leche	263517,40
Consumida en la finca	30006,82
<u>Total</u>	<u>388841,72</u>

Costo total = Costos fijos + Costos variables

$$CT = 268377.53 + 284353.09 = 552730.62$$

Margen bruto = Ingreso bruto - Costos variables

$$MB = 388841,72 - 284353.09 = 104488,63$$

Ingreso neto = Ingreso bruto - Costos totales

$$IN = 388841,72 - 552730,62 = -163888,9$$

Ingreso neto

en efectivo = Ingreso bruto en efectivo - costos directos en efectivo

$$INE = 358834,90 - 284353,09 = 74481,81$$

Cuadro A- 10. Matrices utilizadas para el cálculo de algunas estimaciones económicas.

Matriz de variancias y covarianzas

$$\begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{13} \\ c_{21} & c_{22} & c_{23} \\ c_{31} & c_{32} & c_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_{1y} \\ c_{2y} \\ c_{3y} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 4233,26 & & 131,64 & -314,27 \\ & 131,64 & & 42,80 \\ -314,27 & & 352,44 & 8900,76 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 47,25 \\ 71,01 \\ 32,38 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 199173,02 \\ 20669,78 \\ 298369,41 \end{bmatrix}$$

Matriz de correlaciones

$$\begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \rho_1 \\ \rho_2 \\ \rho_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{1y} \\ r_{2y} \\ r_{3y} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 1 & & ,31 & -,05 \\ & ,31 & & ,57 \\ -,05 & & ,57 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} ,63104 \\ ,09760 \\ ,62592 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} ,63 \\ ,65 \\ ,65 \end{bmatrix}$$

c = Covarianzas

r = Correlaciones

b = Coeficiente de regresión parcial

$\rho$  = Coeficiente de correlación parcial

$x_1$  = Precio por kg de leche (unidades de mil colones salvadoreños)

$x_2$  = Porcentaje de vacas en ordeño

$x_3$  = Producción por vaca, por día (unidades de 100 kilogramos)

y = Ingreso bruto por venta de leche (colones salvadoreños)

Cuadro A 11. Valores de ingreso bruto, precio por kg de leche, porcentaje de vacas en ordeño y producción diaria por vaca de acuerdo al mes y año.

Finca Monte Grande, El Salvador.

Ingreso bruto

Año	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	$\bar{X}$
1975	20374	19374	23930	23196	20403	24142	23307	23924	22763	19559	18397	21452	21736 ± 2050
1976	13521	22121	24631	29572	28965	27339	31525	23393	25790	26600	30795	33447	27353 ± 4165
1977	31484	29934	36437	29033	25970	36376	35037	30443	26255	21415	29392	23109	30066 ± 4151
1978	27006	24641	30479	32929	24216	32272	22474	22293	22405	22322	21021	20293	25233 ± 4401

Precio/kg. de leche (colones salvadoreños)

1975	.414	.414	.531	.451	.425	.451	.451	.337	.337	.337	.337	.337	.420 ± .04
1976	.387	.453	.517	.531	.581	.517	.491	.491	.407	.407	.453	.453	.430 ± .06
1977	.453	.453	.517	.517	.517	.555	.544	.555	.544	.544	.544	.544	.520 ± .04
1978	.544	.544	.621	.531	.517	.592	.451	.451	.451	.451	.451	.451	.510 ± .07

% de vacas en ordeño

1975	67	73	73	73	69	60	62	71	67	67	62	67	67.53 ± 4.5
1976	67	68	6	71	73	71	76	81	73	32	37	35	75.25 ± 7.44
1977	33	33	31	31	79	31	79	77	71	66	71	77	77.12 ± 5.33
1978	30	79	30	79	76	77	32	75	75	71	75	73	76.23 ± 3.27

Producción diaria por vaca, kg.

1975	4.95	4.63	4.35	3.95	5.03	5.50	5.35	6.45	6.03	5.50	4.95	5.57	5.33 ± .57
1976	4.76	4.63	4.36	4.81	4.77	5.00	6.5	5.67	6.17	7.10	7.26	7.72	5.76 ± 1.22
1977	7.35	7.13	8.21	5.90	5.45	7.22	7.40	6.03	5.36	5.63	6.03	5.95	6.43 ± .93
1978	5.36	4.67	5.45	5.45	4.54	5.45	5.22	5.40	4.95	5.45	5.95	5.45	5.27 ± .40

Cuadro A- 12. Precipitación pluvial\* (mm) en el período de 1974-1978.  
Finca Monte Grande, El Salvador.

Meses	1974	1975	1976	1977	1978	$\bar{X}$
Diciembre	-	-	-	19	28	9
Enero	-	-	-	-	-	-
Febrero	-	-	-	-	-	-
Marzo	-	-	-	-	55	11
Abril	-	-	87	37	80	41
Mayo	200	197	158	127	113	163
Junio	361	108	573	284	257	317
Julio	154	181	123	38	347	169
Agosto	245	325	186	305	295	271
Setiembre	507	496	392	233	432	412
Octubre	282	188	216	76	115	175
Noviembre	-	69	24	48	26	33
Total	1769	1564	1759	1167	1748	1601

\* Registros tomados del pluviómetro de la finca.