

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
Sistema de Estudios de Posgrado

**Evaluación genética de producción láctea
y reproducción en ganado suizo y cruces
bajo condiciones de trópico seco
en Nicaragua**

Tesis sometida a la consideración de la Comisión del Programa
Conjunto 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 SCIENTIAE

Por

ROGER SEQUEIRA SEQUEIRA

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
Programa de Producción Animal
Turrialba, Costa Rica

1986

DEDICATORIA

A Evelia y Eve-Danielka

A Róger Marcel

A mis padres: Marcelino y Laura

A mis hermanos

A la maravillosa
Costa Atlántica de Nicaragua

AGRADECIMIENTO

Deseo dejar constancia de mi agradecimiento:

Al Dr. Assefaw Tewolde, Consejero Principal, por sus enseñanzas, orientaciones y amistad brindada.

Al Dr. Jorge De. Alba, maestro de generaciones y principal gestor de este trabajo, por sus consejos e indicaciones en los inicios del mismo.

A los miembros del Comité Asesor, Dr. Gustavo A. Enriquez, Dr. Rodolfo Salazar y Dr. Richard Taylor, por la colaboración prestada en la revisión del original y las sugerencias para mejorar el trabajo.

A Eladio Guerrero y Eddy Salazar, por su colaboración en el manejo de la computadora.

A Normita, Myrna, Marlene, Ghisselle, Lorena, Albita y Josefina por su invaluable ayuda en la transcripción de la tesis.

A Luis Bárcenas, Director de la Empresa Genética Roberto Alvarado y al Personal de "El Charco" por las facilidades prestadas en la obtención de los datos de campo.

Al Personal del Centro de Cómputo, por las facilidades prestadas.

Al Gobierno de Holanda, Universidad de Costa Rica y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, por darme la oportunidad de superarme.

A todas aquellas personas que de una manera u otra me brindaron su colaboración y amistad.

BIOGRAFIA

El autor nació en la Ciudad de Bluefields, Nicaragua. Realizó sus estudios primarios en el Colegio San José y de bachillerato en el Instituto Cristóbal Colón e Instituto Maestro Gabriel de Managua.

En 1971, inició sus estudios en la Universidad de Guadalajara, egresando en 1976 de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

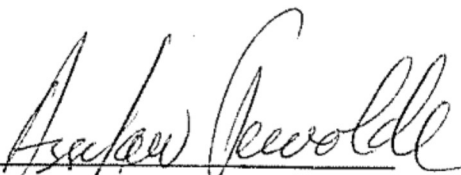
De 1976 a 1979, trabajó en el sector privado y de 1979 a 1984, trabajó en el MIDINRA.

En marzo de 1984, ingresó al Programa de Estudios de Posgrado de la Universidad de Costa Rica - Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (UCR - CATIE), en Turrialba, para realizar sus estudios de Posgrado en el Departamento de Producción Animal, graduándose de Magister Scientiae, en mayo de 1986.

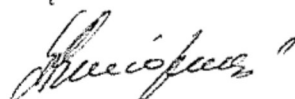
Esta tesis fue aceptada por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales de la Universidad de Costa Rica y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, como requisito parcial para optar al grado de

Magister Scientiae

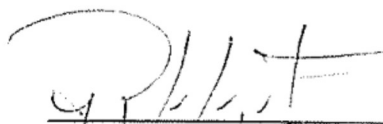
JURADO:


Assefaw Tewolde, Ph.D.

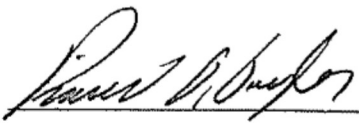
Profesor Consejero


Gustavo A. Enríquez, Ph.D.

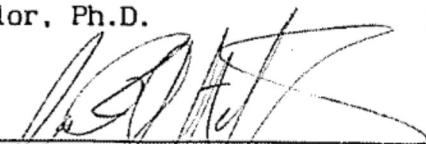
Miembro del Comité



Rodolfo Salazar, Ph.D.

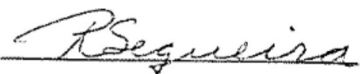
Miembro del Comité


Richard Taylor, Ph.D.

Miembro del Comité


Director del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales, UCR/CATIE


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


Róger Sequeira Sequeira
Candidato

CONTENIDO

RESUMEN.....	ix
SUMMARY.....	xi
LISTA DE CUADROS.....	xiii
LISTA DE FIGURAS.....	xvi
1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1 Producción de leche.....	4
2.1.1 Factores genéticos que afectan la producción de leche.....	4
2.1.1.1 Diferencias entre razas.....	4
2.1.1.2 Diferencias entre individuos dentro de raza.....	7
2.1.2 Factores no genéticos o ambientales que afectan la producción de leche.....	9
2.1.2.1 Edad y número de parto.....	9
2.1.2.2 Epoca de parto.....	13
2.1.2.3 Año. de parto.....	14
2.1.2.4 Peso al parto.....	15
2.1.2.5 Días secos y días abiertos.....	16
2.1.2.6 Condiciones climáticas.....	17
2.2 Eficiencia Reproductiva.....	18
2.2.1 Edad al primer parto.....	19
2.2.2 Servicios por concepción.....	20
2.2.3 Período abierto.....	21
2.2.4 Período de gestación.....	22

2.2.5	Intervalo entre partos.	23
2.2.6	Factores que afectan la eficiencia reproductiva.	26
2.3	Correlaciones genéticas y fenotípicas.	30
3.	MATERIALES Y METODOS.	32
3.1	Localización del trabajo y fuente de información.	32
3.2	Origen del hato.	32
3.3	Manejo de los animales.	33
3.4	Metodología.	34
3.5	Análisis estadístico.	36
3.5.1	Comportamiento productivo.	36
3.5.1.1.	Producción láctea.	36
3.5.1.2.	Producción de leche en la primera lactancia.	45
3.5.1.3.	Período de lactancia, período seco, período abierto, período de gestación e intervalo entre partos	47
3.5.1.4.	Edad al primer parto.....	49
4.	RESULTADOS Y DISCUSION.	51
4.1	Comportamiento Productivo.	51
4.1.1	Producción láctea.	51
4.1.1.1.	Efectos ambientales.	54
A)	Efecto del año.	54
B)	Efecto de la edad de la vaca.	57
C)	Efecto de la época.	57
4.1.1.2	Efectos genéticos.	60
4.1.2	Periodo de lactancia.	68
4.1.2.1.	Efectos ambientales.	68

101

4.1.2.2. Efectos genéticos.	70
4.1.3 Período seco.	73
4.1.3.1. Efectos ambientales.	73
4.1.3.2. Efectos genéticos.	74
4.2 Comportamiento reproductivo.	77
4.2.1 Edad al primer parto.	77
4.2.1.1. Efectos ambientales.	78
4.2.1.2. Efectos genéticos.	80
4.2.2 Período abierto.	81
4.2.2.1. Efectos ambientales.	82
4.2.2.2. Efectos genéticos.	84
4.2.3 Período de gestación.	86
4.2.3.1. Efectos ambientales.	86
4.2.3.2. Efectos genéticos.	88
4.2.4 Intervalos entre partos.	89
4.2.4.1. Efectos ambientales.	90
4.2.4.2. Efectos genéticos.	94
4.3 Correlaciones genéticas y fenotípicas.	96
5. CONCLUSIONES.	102
6. LITERATURA CITADA.	105
APENDICE.	118

PALABRAS CLAVES: Producción, Reproducción, Heredabilidad,
Repetibilidad

RESUMEN

Con el objetivo de hacer evaluación genética de los comportamientos productivos y reproductivos de un hato lechero en Nicaragua bajo condiciones del trópico seco, se realizó un análisis de la información recopilada de 1969 a 1984 en la lechería "El Charco", ubicada a 24 km de Managua, Niacaragua. Los análisis estadísticos empleados fueron los de mínimos cuadrados y máxima verosimilitud. Para fines analíticos el hato en tres grupos raciales: 1) Pardo Suizo puro, 2) al menos 75% Pardo Suizo y 3) al menos 50% Pardo Suizo y el resto Criollo, Cebú y Holstein.

Los modelos incluyeron efectos de grupo racial, padres de las vacas (dentro de grupo racial cuando el análisis fue para todo el hato), las vacas, año de parto, época de parto y edad de las vacas. La inclusión de algunos efectos e interacciones dependía de la característica específica así como de su importancia. Las variables de respuesta estudiadas fueron: producción láctea en la primera lactancia (PL1L), producción de leche ajustada a 305 días (PL305), producción de leche ajustada por edad (P305LE), período de lactancia (PLac), período seco (Pseco), edad al primer parto (Edad1P), período abierto (Pabi), período de gestación (Pges) e intervalo entre partos (IEP). Las medias de mínimos cuadrados fueron 2968 ± 117 kg, 3457 ± 41 kg, 3831 ± 53 kg, 374 ± 3 días, 80 ± 1 días, 954 ± 10 días, 158 ± 4 días, $285,7 \pm 0,4$ días y 442 ± 3 días, para PL1L, PL305, P305LE, PLac, Pseco, Edad1P, Pabi, Pges e IEP, respectivamente. De los efectos estudiados, los de padre dentro de grupo racial, vacas, edad y años fueron fuentes de variación significativas ($P < 0,01$) sobre PL1L, PL305 y P305LE. El efecto de grupo racial solo fue importante ($P < 0,01$) para Pabi e IEP, el efecto de padre fue fuente de variación significativa ($P < 0,01$) para Edad1P, Pges y PLac. El efecto de vacas, año y número de parto fue significativo ($P < 0,01$) para todas las características reproductivas. El

efecto de época de parto fue significativo ($P < 0,01$) solamente para el Plac.

En los análisis genéticos realizados se obtuvieron estimaciones de índices de herencia y constancia en solo Pardo Suizo y todo el hato. Estos valores fueron: $0,19 \pm 0,10$ y $0,20 \pm 0,09$ (PL1L), $0,06 \pm 0,05$, $0,09 \pm 0,04$ y $0,24 \pm 0,02$ (PL305), $0,12 \pm 0,06$, $0,13 \pm 0,04$ y $0,28 \pm 0,02$ (P305LE), $0,12 \pm 0,07$, $0,13 \pm 0,04$ y $0,07 \pm 0,02$ (Plac), $0,00 \pm 0,00$, $0,01 \pm 0,05$ y $0,17 \pm 0,04$ (Pseco), $0,11 \pm 0,11$ y $0,03 \pm 0,10$ (Edad1P), $0,21 \pm 0,16$, $0,09 \pm 0,07$ y $0,04 \pm 0,04$ (Pabi), $0,01 \pm 0,04$, $0,09 \pm 0,04$ y $0,11 \pm 0,02$ (Pges) y $0,11 \pm 0,10$, $0,03 \pm 0,04$ y $0,06 \pm 0,03$ (IEP), para el índice de herencia de las Pardo Suizo y todo el hato y el índice de constancia de todo el hato respectivamente. Las correlaciones genéticas y fenotípicas entre todas las características en estudio fueron positivas entre sí, a excepción del período seco, que mostró valores negativos en su relación con las otras características.

"GENETIC EVALUATION OF MILK PRODUCTION AND REPRODUCTION OF
BROWN SWISS CATTLE AND CROSSES IN THE DRY TROPIC
OF NICARAGUA".

KEY WORDS: Production, Reproduction, Heritability,
Repeatability

SUMMARY

In order to realize a genetic evaluation of the productive and reproductive behavior of a milking herd in Nicaragua in dry tropical conditions, an analysis was done on the information accumulated from 1969 to 1984 of the "El Charco" farm 26 km from Managua, Nicaragua. The statistical analysis used was the least-squares means and maximum likelihood procedures. For the analysis the herd was divided into three racial groups 1) Pure Brown Swiss, 2) at least 75% Brown Swiss, the rest being Criollo, Zebu and Holstein and 3) at least 50% Brown Swiss, the rest being Criollo, Zebu and Holstein.

The models included effects of racial group, sire of the cows (within the racial groups when the analysis was of the whole herd), the cows, year of calving, time of calving, cows age. The inclusion of some of the effects and interactions depended on the specific characteristic as well as its importance. The variables studied were milk production of first lactation (MP1L), milk production adjusted to 305 days (MP305), milk production adjusted for 305 days and age (M305PA), lactation period (LP), dry period (DP), age at first calving (AFC), open period (OP), gestation period (GP) and interval between calving (IBC). The least-square means were $2968 \pm 117\text{kg}$, $3457 \pm 41\text{ kg}$, $3831 \pm 53\text{ kg}$, 374 ± 3 , $80 \pm 1\text{ days}$, $954 \pm 10\text{ days}$, $158 \pm 4\text{ days}$, $285 \pm 0,4\text{ days}$ and $442 \pm 3\text{ days}$ respectively. For

MP11, MP305, MB05PA, LP, DP, AFC, OP, GP and IBC respectively. Of the effects studied, those of the sire within the racial groups, cows, age and year were sources of significant variation ($P < 0,01$) for MP1L, MP305 and M305PA. The effect of racial group was only important ($P < 0,01$) for and IBC, the effect of the father was a source of significant variation ($P < 0,01$) for AFC, GP y LP. The effect of cows, year and number of calvings was significant ($P < 0,01$) for all the reproductive characteristics. The effect of time of calving was significant ($P < 0,01$) only for the L. For the genetic analysis studied, estimates of the heritability index and repeatability were obtained only for Brown Swiss cattle and the whole herd. These were $0,19 \pm 0,10$ and $0,20 \pm 0,09$ (MP1L) (only heritability indices), $0,06 \pm 0,05$, $0,09 \pm 0,04$ and $0,24 \pm 0,02$ (MP305), $0,12 \pm 0,06$, $0,13 \pm 0,04$ and $0,28 \pm 0,02$ (M305PA), $0,12 \pm 0,07$, $0,13 \pm 0,04$ and $0,07 \pm 0,02$ (P), $0,00 \pm 0,00$, $0,01 \pm 0,05$ and $0,17 \pm 0,04$ (DP), $0,11 \pm 0,11$, $0,03 \pm 0,010$ (AFC), $0,21 \pm 0,16$, $0,098 \pm 0,07$ and $0,04 \pm 0,04$ (OP), $0,01 \pm 0,04$, $0,09 \pm 0,04$ and $0,11 \pm 0,02$ (GP) and $0,11 \pm 0,10$, $0,03 \pm 0,04$ and $0,06 \pm 0,03$ (IBC), for the heritability index of the Brown Swiss and cattle of the whole herd and for the repeatability index of the whole herd respectively. The genetic and phenotypic correlation for all the characteristics studied were positive within themselves except for the dry period, which gave a negative value in relation to the other characteristics.

LISTA DE CUADROS

Cuadro No.		Página
1	Indices de herencia (h^2) y constancia (R) de producción láctea y días en lactancia de distintos grupos raciales en los trópicos.....	10
2	Resumen de estudios sobre eficiencia reproductiva en los trópicos.....	24
3	Número de registros disponibles al principio (NR1) y después de las diferentes ediciones (NR2) para cada una de las características.....	37
4	Medias de mínimos cuadrados y sus errores estandar para PL305 y los factores de ajuste multiplicativo por edad de la vaca al parto, generados del modelo 1.....	40
5	Análisis de varianza y componentes de variancia para estimar h^2 y R para P305LE de todo el hato (modelo 2).....	42
6	Análisis de varianza y componentes de variancia para estimar h^2 y R para P305LE del grupo Pardo Suizo (modelo 3).....	45
6	Análisis de varianza y componentes de variancia para estimar h^2 para producción de leche en primera lactancia (PL1L) de todo el hato (modelo 4).....	47
7	Análisis de varianza y componentes de variancia para estimar h^2 y R para el intervalo entre partos de todo el hato.....	49
8	Análisis de varianza y componentes de variancia para estimar h^2 de edad al primer parto de todo el hato (modelo 6).....	50

10	Análisis de varianza de mínimos cuadrados para PL1L, PL305, P305LE, período de lactancia, período seco, edad al primer parto, período abierto, período de gestación e intervalo entre partos de todo el hato.....	52
11	Análisis de varianza de mínimos cuadrados para PL1L, PL305, P305LE, período de lactancia, período seco, edad al primer parto, período abierto, período de gestación e intervalo entre partos del grupo Pardo Suizo.....	55
12	Medias de mínimos cuadrados de todo el hato para las características en estudio.....	53
13	Medias de mínimos cuadrados y su error estandar para PL305, P305LE y PL1L por año de parto.....	56
14	Comportamiento productivo de por vida de vacas que empezaron a producir a los 2 y a los 3 años, en todo el hato.....	60
15	Medias de mínimos cuadrados y su error estandar por grupo racial para PL305 y P305LE y las diferencias entre grupos raciales.....	61
16	Medias de mínimos cuadrados por grupo racial para las diferentes características en estudio....	62
17	Indices de herencia y constancia y sus respectivos errores estandar para las características estudiadas.....	65
18	Medias de mínimos cuadrados y su error estandar para el período de lactancia y el período seco de acuerdo al año.....	69
19	Medias de mínimos cuadrados y su error estandar para el período de lactancia por época de parto....	70

Cuadro No.		Página
20	Medias de mínimos cuadrados de la interacción grupo racial-época para el período de lactancia...	72
21	Medias de mínimos cuadrados de la interacción grupo racial por año, para el período seco.....	76
22	Medias de mínimos cuadrados para la edad al primer parto según el año de nacimiento.....	79
23	Medias de mínimos cuadrados y sus respectivos errores estandar ($X \pm \sigma_x$) para el período abierto según el número y año de parto considerando todo el hato.....	84
24	Medias de mínimos cuadrados y sus errores estandar para el período de gestación según el número, año y época de parto.....	88
25	Medias de mínimos cuadrados y sus respectivos errores estandar por número y año de parto, para el intervalo entre partos.....	92
26	Correlaciones genéticas y fenotípicas de las diferentes características estudiadas.....	97
27	Cambio genético en la producción láctea, con la selección de vacas en el rango de una desviación estandar.....	101

APENDICE.

Cuadro No.		Página
1A	Centroamérica: Importaciones de productos lácteos por país en 1982-1983. Toneladas Métricas. (FAO-1983).....	119
2A	Precipitación, temperatura y humedad relativa de la estación metereológica de Nagarote, Nicaragua, durante los años 1971-1983. Medias de mínimos cuadrados de la interacción grupo racial por edad, para PL305.....	121
3A	Componentes de varianza para padres de vacas dentro de grupo racial ($\sigma^2_{P/GR}$), vacas dentro de padre y grupo racial ($\sigma^2_{V/P/GR}$) y el error (σ^2_{ϵ}), para cada característica estudiada en todo el hato (Modelo 2).....	122
4A	Componentes de varianza para padres de vacas (σ^2_p), vacas dentro de padres ($\sigma^2_{V/p}$) y el error (σ^2_{ϵ}) para las características estudiadas en el grupo Pardo Suizo (Modelo 3).....	123

LISTA DE FIGURAS

1	Producción de leche por lactancia según la edad, en los diferentes grupos raciales.	59
1A	Período abierto según el número de parto.....	124
2A	Período de gestación según el número de parto.../	125
3A	Intervalo entre partos según el número de partos.	126

1. INTRODUCCION

La mayoría de los países tropicales, especialmente los de centroamérica, tienen déficits altos de productos lácteos (Cuadro 1A). Esto, los llevó a importar más de 36 mil toneladas métricas de dichos productos en 1982, alcanzando las 48 mil toneladas en 1983, según estadísticas recientes reportadas por la FAO (1983), lo que da un indicio de la tendencia a agudizarse dichos faltantes. Estos países cuentan con un potencial genético pecuario importante el que de explotarse apropiadamente puede disminuir considerablemente tales deficiencias. Entre las posibilidades disponibles, existe la evaluación de los grupos raciales lecheros para después aplicarles los sistemas de producción eficiente que puede garantizar el incremento del nivel de producción, pues la mayoría de los avances en producción de leche en los países desarrollados ha sido porque han sabido generar y aplicar tecnologías genéticas relevantes a sus necesidades (Warwick y Legates, 1980). En los trópicos, especialmente en la región centroamericana, se han hecho estudios en ganado Criollo lechero y es evidente que se pueden lograr avances genéticos importantes en producción de leche con una política consistente de selección para esta característica.

Ahora bien, es necesario reconocer el hecho de que los animales tienen que soportar las condiciones adversas del trópico, lo cual implica la necesidad de definir el genotipo del animal para producción de leche previa su adaptabilidad. Esto hace que la necesidad de incrementar la producción de leche en los países centroamericanos, conduzca a evaluar los grupos raciales existentes para buscar los que mejor se adapten a las condiciones climáticas y alimenticias que prevalecen en los trópicos.

En Nicaragua hubo una notable disminución del hato lechero nacional compuesto en su mayoría por ganado Holstein y Pardo Suizo, y en menor grado, por Jersey, Guernsey y Criollo lechero. Esta disminución se originó en los cambios socioeconómicos que se produjeron al final de la década de los setenta, ocasionando escasez de leche, especialmente en los grandes centros poblacionales como Managua. La solución para un mediano y largo plazo, la constituyó la creación de un proyecto lechero de gran envergadura en la península de Chiltepe, en las orillas del lago Xolotlán, cerca de la ciudad de Managua, además de la preservación de algunos hatos lecheros. El aumento de la productividad del hato lechero nacional y su utilización para otros proyectos de desarrollo lechero en el país dependerá en gran medida de la capacidad de mejorar el ganado lechero existente en dicho proyecto e integrar otros que no están en la actualidad dentro de este proyecto. Tales ganados lecheros están principalmente compuestos por ganado Pardo Suizo y sus cruces con otras razas sin que hayan sido dirigidos con objetivos bien formulados.

El mejoramiento del ganado lechero, se basa en la capacidad de reconocer animales que son superiores desde el punto de vista genético y en la efectividad de permitir que estos animales superiores produzcan mayor número de descendientes que los inferiores, bajo condiciones locales de producción.

Se ha tratado de mejorar la base genética del hato lechero nacional a través de la masificación de la inseminación artificial con semen de toros importados y producidos en el país, aunque adoleciendo de objetivos bien definidos. Las iniciativas no pueden tener futuro sin contar con evaluaciones genéticas de las características como, por ejemplo, producción de leche y características reproductivas entre otras. Tales evaluaciones genéticas incluyen las estimaciones de parámetros genéticos como el índice de

herencia (h^2) y el índice de constancia (R) los cuales son virtualmente inexistentes en el país. Esto hace evidente la necesidad de empezar con este tipo de estudios para fundamentar los posibles programas de selección de sementales (prueba de progenie), de vacas reproductoras (incluyendo vaquillas de remplazo) así como la política de desecho de las hembras en un determinado sistema de explotación de leche. Todas estas son las claves en un programa cuyos objetivos son los de mejorar el nivel del comportamiento productivo y reproductivo del hato.

Con base en lo anteriormente expuesto, el presente trabajo tiene como objetivos los siguientes:

1. Evaluar el comportamiento productivo (producción de leche) y reproductivo (edad al primer parto, período abierto, período de gestación e intervalos entre partos) de un hato Pardo Suizo y sus cruces, con base en los registros de los últimos quince años colectados en el trópico seco de Nicaragua.
2. Obtener índices de herencia (h^2) y constancia (R) así como correlaciones genéticas y fenotípicas en los principales caracteres antes mencionados para poder establecer recomendaciones factibles para el mejoramiento de la producción de leche bajo condiciones tropicales de Nicaragua.
3. Predecir el posible avance genético en producción de leche bajo un programa de selección de vacas.
4. Cuantificar las productividades totales de vacas Pardo Suizas y cruces, que empiezan su ciclo reproductivo a edades tempranas con aquellas que empiezan su ciclo a edades tardías.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 PRODUCCION DE LECHE

La producción de leche es una característica cuantitativa de interés económico, que está influenciada tanto por factores genéticos como ambientales. Estos factores pueden actuar en forma independiente o bien en forma conjunta (interacción entre factores genéticos y ambientales). En el trópico, la producción de leche muestra una variabilidad grande según los trabajos reportados por varios investigadores (Wilkins, et al, 1979; Combellas et al, 1981). Esta variabilidad es consecuencia tanto de las diferencias entre y/o dentro de razas y a las condiciones adversas a que estén sujetos los animales en el trópico.

2.1.1 Factores genéticos que afectan la producción de leche.

Los factores genéticos que pueden provocar variabilidad en producción de leche, bajo las condiciones tropicales, incluyen diferencias entre razas, diferencias entre individuos (sementales reproductores, vacas reproductoras) dentro de una determinada raza, así como endogamia. Esto último, generalmente tiene efectos negativos sobre la producción de leche (Hudson y Van Vleck, 1984; Young, 1984).

2.1.1.1 Diferencias entre razas

Las razas lecheras que más se explotan bajo condiciones tropicales son: Holstein, Pardo Suizo, Jersey, Guernsey, Criollo lechero, Ayrshire y algunas cruces de Red Poll y Rojo Danés. Estas razas se han utilizado tanto como razas puras

como en sistemas de cruzamiento con ganado Cebú, genotipo adaptado al trópico.

Bajo sistemas de explotación intensiva tropical, la raza Holstein se ha observado que alcanza niveles de producción de 4731 ± 96 kg por lactancia (Viteri, 1979; Martínez *et al*, 1982). Es por esto en parte que la raza Holstein tiene mayor difusión en el trópico, entre otras razones, seguida por el ganado Pardo Suizo. Esta última raza en especial está siendo explotada en sistemas de doble propósito en el trópico a través de un sistema de cruzamiento con Cebú. Por doble propósito se refiere a producción de leche con apoyo de la cría para que la cría tenga un crecimiento que pueda ser vendible en carne. En realidad se ha observado que el doble propósito es el sostén económico social de los pequeños productores.

Las producciones de la raza Pardo Suizo alcanza hasta 3198 ± 559 kg por lactancia (Bodisco *et al*, 1968). Las razas Jersey y Guernsey tienen una menor difusión en los trópicos. La raza Jersey ha alcanzado hasta 2648 ± 865 kg de producción de leche por lactancia, bajo condiciones de pastoreo en Costa Rica (Rodríguez, 1976), esta producción es similar a la reportada por Román *et al*, (1976) en Veracruz, México, bajo un régimen de estabulación semipermanente, quienes obtuvieron 2511 ± 626 kg . De hecho en la actualidad se dice que la raza Jersey cuenta con la capacidad de adaptabilidad a las condiciones tropicales, aunque los datos relevantes para ésto, son esporádicos (De Alba, 1985). La raza Guernsey ha logrado producciones de hasta 2117 ± 590 kg en dos hatos diferentes de Costa Rica (Morales, 1972; Negrón, 1974). La raza Criolla lechera esta siendo difundida en núcleos comerciales en México, República Dominicana, Bolivia, Venezuela, Costa Rica y Nicaragua (De Alba, 1985). Aunque lo mejor de esta raza, son sus cruzas con razas europeas, por sí misma alcanza

producciones de 2187 ± 524 kg por lactancia (Bodisco et al, 1968).

Las otras razas mencionadas son de menor importancia por su poca utilización, aunque se han reportado producciones de 2320 ± 912 kg, 2112 ± 470 kg y 2468 ± 460 kg por lactancia, bajo condiciones tropicales para las razas lecheras Red Poll, Rojo Danés y Ayrshire respectivamente (Negrón, 1974; Bejarano, 1979; Alvarez, 1975). Independientemente de los trabajos referidos concernientes a las razas, es un hecho de que las razas difieren para un producto biológico como es la producción láctea, por razones de diferencias en frecuencias alélicas y epistáticas (Falconer, 1980).

Cabe mencionar además, que cada raza responde en forma diferencial a las condiciones de manejo, alimentación y factores climáticos tan diversos del trópico que contribuye también a la amplia variación presentada. Los valores presentados anteriormente difieren mucho de las producciones alcanzadas en las zonas templadas. En Estados Unidos, las diferentes razas lecheras alcanzaron promedios de 5880, 5298, 7959, 5239, 6421 y 5465 kg por lactancia para las razas Ayrshire, Guernsey, Holstein, Jersey, Pardo Suizo y Milking Shorthand respectivamente en el año 1982 (Powell, 1985). En este país (Estados Unidos) lograron multiplicar por 2.5 veces la producción de leche por vaca en los últimos 30 años; pasando de 2410 kg por lactancia en 1950 a 5404 kg por lactancia en 1980 (Niedermeier et al, 1983). Igualmente Jovanovac y Skaliki (1985), en ganado Holstein de tres orígenes diferentes, en Yugoslavia, obtuvieron producciones de 5602, 7054 y 7480 kg en la segunda lactancia. Estas diferencias grandes en las producciones de leche entre los trópicos y las zonas templadas son debidas a : falta de adaptabilidad del ganado europeo en los trópicos (por altas temperaturas, humedad relativa, radiación solar, ectoparásitos etc), mayor digestibilidad de los pastos en las zonas

templadas, niveles altos de utilización de grano en la alimentación y mejores condiciones de manejo e infraestructura en las zonas templadas.

2.1.1.2 Diferencias entre individuos dentro de raza.

Además de las diferencias entre razas en producción de leche, también es cierto que existen diferencias marcadas entre individuos dentro de la misma raza. Esto puede ser consecuencia de que algunos individuos pueden pertenecer a una familia mayor productora de leche, mientras que otros no. En el trópico hay hatos de raza Holstein que producen sobre los 4.000 kg por lactancia (Combellas et al, 1981) así como hatos que apenas llegan a los 2.022 kg (Cerrada et al, 1978). Igual sucede con la raza Pardo Suizo para la que se reportan valores desde 1685 ± 416 kg por lactancia (Wilkins et al, 1984), hasta sobrepasar los 3.000 kg (Bodisco et al, 1968; Verde, 1979).

Una de las maneras que se tiene para cuantificar la variabilidad dentro de una raza para la producción de leche, para ver si es posible manipularla y elevar el nivel de producción, es mediante la cuantificación de la varianza genética aditiva que a su vez ayuda a estimar el índice de herencia (h^2). La variación genética aditiva proviene de la suma de los efectos individuales de los genes, y es lo que contribuye directamente a la transmisión entre padres e hijos. Así, la heredabilidad en su sentido estrecho es la fracción de la varianza genética aditiva, del total de la varianza, y es la que interesa conocer, para cualquier programa de mejoramiento.

La varianza fenotípica puede ser obtenida directamente de la población, mientras que la varianza aditiva es estimada utilizando la correlación entre parientes (Turner y Young,

1969). El conocimiento del índice de herencia, permite predecir el valor genético de individuos en las generaciones siguientes. Los valores de h^2 estimados para la producción de leche en el trópico oscilan entre $-0,31 \pm 0,02$ a $0,41 \pm 0,01$. Por ejemplo De Alba y Kennedy (1985), reportaron h^2 de 0,28 para producción de leche en Criollo Lechero Centroamericano bajo condiciones del trópico húmedo en Turrialba, Costa Rica, aunque anteriormente Alvarez (1975), reportó un valor de $0,41 \pm 0,01$ para el mismo carácter en el mismo lugar con animales incluidos en el estudio anterior. Contrario a estos valores Morales (1972) reportó h^2 de 0,02 para producción de leche en Guernsey en Costa Rica.

Algunas estimaciones de h^2 hechas en ganado mestizo también muestran valores de alrededor de $0,28 \pm 0,11$ (Negrón, 1974). Los trabajos anteriormente citados indican la existencia de la variabilidad genética para producción de leche en general, esto señala también la posibilidad de seleccionar para este carácter, aún bajo las condiciones tropicales. Es por esto que existe potencial de emprender programas de evaluación de sementales así como el establecimiento de políticas de selección y eliminación de hembras en una explotación lechera.

Otro parámetro genético que puede cuantificar diferencias individuales dentro de una raza o grupos raciales, es el índice de constancia (R), que se define como la correlación entre observaciones sucesivas del mismo individuo (Turner y Young, 1969; White, 1979). Esta es una medida de la tendencia de los animales a repetir sus propios valores para una determinada característica. La importancia de su cuantificación estriba en que da un criterio de selección de la generación en estudio y sirve como predictor de la capacidad probable de producción (Turner y Young, 1969).

El promedio de las estimaciones para el índice de constancia en la producción de leche, bajo condiciones tropicales, está alrededor de 0,4 (Magofke, 1964; Perozo, 1971; Negrón, 1974), aunque se presentan valores que van desde 0,17 (Martínez, 1979) hasta 0,77 encontrado por Schneeberger et al., (1982) en la raza Jamaica Hope desarrollada en Jamaica. Un resumen del índice de herencia e índice de constancia para la producción de leche se presenta en el Cuadro 1. En este cuadro se puede apreciar que en general h^2 es inferior que R como teóricamente y en general debe ser (Turner y Young, 1969), además de apreciarse la escasez de estas estimaciones.

2.1.2 Factores no genéticos o ambientales que afectan

la producción de leche.

El ambiente tiene una marcada influencia sobre la producción láctea, considerándose que dentro de una determinada raza, alrededor de un 70% de la variación en la producción de leche se debe a efectos ambientales (Perozo, 1971). Dentro de esta variación ambiental, se toman en cuenta factores de manejo, alimentación y factores climáticos, así como algunas influencias que se desarrollan en el mismo animal.

2.1.2.1 Edad y número de parto.

Las vacas aumentan su producción de leche por lactancia en forma gradual a partir del momento en que paren por primera vez a la edad de dos o tres años, hasta que alcanzan de seis a ocho años de edad, a partir del cual se inicia el proceso de la senectud, y con ésta, disminuye en forma gradual la cantidad de leche y sus constituyentes producidos durante cada lactancia (Warwick y Legates, 1980). Este proceso de descenso corresponde al sexto o séptimo parto en zonas templadas, mientras que en el trópico se produce entre el cuarto y quinto parto, debido principalmente a que las edades

Cuadro 1. Índices de herencia (h^2) y constancia (R) de producción láctea y días en lactación en distintos grupos raciales en los trópicos.

Autor y País	Grupo Racial	N	kgs. Leche/lact.	Días de Lactancia	h^2	R
Alexander et al (1984) (Australia)	AFS	26	2372	300		
	AMZ	61	2017	300		
	H.F	38	2124	300		
Alvarez (1975) (Costa Rica)	Criolla	1117	1382±660		0,25 ± 0,01	
	Jersey	433	2108±510		-0,31 ± 0,02	
	1/2CX1/2J=F ₁	397	2221±410		0,41 ± 0,01	
	AyrshireXF ₁	58	2468±460			
	R.Danés XF ₁	30	2112±470			
Bejarano (1979) (Costa Rica)	Jersey	125	1494±527			
	Criolla	111	1352±699			
	Criolla XJ	177	1913±499			
	AyrshireXF ₁	235	2177±577			
Bodisco et al (1968) (Venezuela)	Criolla	120	2187 ± 50*	253 ± 16		
	P. Suiza	100	3198 ± 559	318 ± 17		
Bodisco et al (1971) (Venezuela)	P. Suiza	1046	3090	305	0,07 ± 0,07	0,32±0,04
Cerrada et al (1978) (Venezuela)	Holstein		2022	321		
	P. Suiza		1970	333		
Combellas et al (1981) (Venezuela)	Holstein	150	4672±126	341 ± 53		
	Holstein	692	4290±68	324 ± 68		
	Holstein	27	1582±73	212 ± 8		
De Alba y Kennedy (1985) (Costa Rica)	Jersey	545	1883±45	301	0,28	
	Criollo	1092	1504±36	256		0,53
	1/2JX1/2C	271	2022±61	307		
Katpatal (1977) (India)	1/2HX1/2S	13	2427±346	300		
	Sahiwal	162	1674±38	300		
	P.SXS(F ₁)	508	3569	316		
	PSXS (F ₂)	125	2808	325		
	P.SXS(F ₃)	2	3676	301		
	1/4P.SX3/4S	6	2023	276		
	3/4P.SX1/4S	48	3168	318		
	Sahiwal	343	2179	329		
	1/2P.S	156	2188	292		
	3.4 P.S	7	2499	305		
	P.SXIzatnagar	17	1692	336		
	P.SXHissar	27	2405	309		
	P.SXHaringhatta	60	1758	312		
Viteri (1979) (El Salvador)	Holstein	118	2792±626		-0,65 ± 0,48	0,43±0,14
	3/4HX1/4C	276	2780±779		-0,01 ± 0,16	0,34±0,09
	P. Suiza	213	2618±710		0,17 ± 0,30	0,23±0,10
	3/4P.SX1/4B	278	2723±672		-0,52 ± 0,56	0,45±0,08
Magofke (1964) (Costa Rica)	Criolla	318	1965.9	271	0,158 ± 0,74	0,654
	Jersey	128	2525.6	316		0,511
Maltos (1971) (Costa Rica)	Jersey		1865	295		
	Criollo		1420	213		
Martínez et al (1982) (Venezuela)	Holstein	181	4731±96	323 ± 5		
	Holstein	412	4213±120	326 ± 7		

Continuación Cuadro I.

Autor y País	Grupo Racial	N	Kgs. Leche/lact.	Días de Lactancia	h^2	R
Martínez (1979) (El Salvador)	Holstein	17	2581	305	-0,26 + 0,13	0,17+0,09
	P.Suiza	228	2238	305	-0,17 + 0,13	0,32+0,12
	3/4P. Suiza	174	2208	305	0,13 + 0,26	0,24+0,13
	1/2P. Suiza	530	2209	305		
Maini (1973) (C. Rica)	Criolla	379	1527+674			
	Jersey	92	2040+490			
	1/2CX1/2J	86	2276+612			
Morales (1972)	Guernsey	1044	2117+590		0,02	0,29
Murillo (1982) (Honduras)	Holstein	460	3192+995			
	P.Suiza	796	2966+912			
Negrón (1974) (C. Rica)	Red Poll	443	2320+912			
	P. Suiza	121	2304+1115			
	1/2P. Suiza	642	2741+1125		0,28+0,11	0,32+0,03
	Holstein	247	2668+1387			
	Guernsey	148	2296+1093			
Perozo (1971) (Guatemala)	Holstein	749	4505		0,29	0,46
Rodríguez (1976) (C. Rica)	Jersey	550	2648+865			
Rodríguez (1976) (Cuba)	3/4HX1/4 Cebú	60	3821+1442	332+105		
Román et al (1976) (México)	Holstein	58	3545+885	325+71		
	P. Suiza	56	2752+560	315+51		
	Jersey	18	2511+626	318+90		
Salazar y Huertas (1976) (Colombia)	Holstein	142	2543	286		
	P. Suiza	43	2323	276		
Schneeberger et al (1982) (Jamaica)	J.H.	8819	2732	282	0,35	0,77
Wilkins et al (1979) (Bolivia)	Holstein	84	3040+123			
	Holstein	79	2402+ 75			
	P. Suiza	82	2348+ 95			
Wilkins et al (1984) (Bolivia)	P. Suiza	13	1685+416	301+15		
	1/2P. SX1/2 Criollo	18	1668+290	290+24		
Pandya et al (1985) (India)	Jersey	111	2359+ 67	299+3		0,32+0,10
Sadana y Basu (1981) (India)	Jersey	56	2798+193	349+12		
	Holstein	79	3911+136	347+9		
	P. Suizo	40	2906+271	331+14		

AFS = Australian Friesian Sahiwal

AMZ = Australian Milking Cebú

H.F = Holstein Friesian

C = Criolla

J = Jersey

H = Holstein

S = Sahiwal

B = Brahman

J.H. = Jamaica Hope

N = Número de observaciones

 h^2 = Índice de herencia

R = Índice de constancia

al primer parto se alcanzan en épocas más tardías . Skjervold, (1979), en un estudio en Noruega sobre 182 mil primeras lactancias, encontró que la edad óptima al primer parto para la máxima producción posible de leche, está entre los 24 y 27 meses. Esto, coincide con los resultados que obtuvieron Hargrove et al, (1969), en siete hatos diferentes de ganado Holstein, abarcando más de 6.000 registros, ellos determinaron que la edad óptima al primer parto para la máxima producción de leche por vida, era de 27 meses. Estos investigadores también encontraron que las vacas que parieron a los 24 meses, produjeron 579 kg menos de leche, mientras que las que parieron a los 30 meses, produjeron 458 kg menos de leche durante su vida productiva. Aunque no existen muchos estudios sobre la edad óptima al primer parto en los trópicos, la realidad es que la alcanzan después de los 30 meses.

Diversos autores (Bodisco et al, 1968; Verde, 1978; Verde, 1979) coinciden que la máxima producción de leche en los trópicos se alcanza en el cuarto parto, empezando a declinar a partir del quinto parto. El aumento de la producción de leche con respecto a la primer lactancia, va desde un 17% (Verde, 1979), hasta un 33% (Verde, 1978). Bodisco et al, (1968), en Maracay, Venezuela, encontraron incremento de la producción hasta el tercer parto para luego empezar a declinar, en el ganado criollo. Además, este incremento solo fue de una magnitud del 7,5%, lo que contrasta con un ható Pardo Suizo en las mismas condiciones que alcanzó su máxima producción en el cuarto parto, siendo el incremento de 22% sobre la primera lactancia. También el ganado Criollo tiene la particularidad que la declinación de la producción de leche con el número de partos se presenta menos bruscamente que en las razas europeas.

En los trópicos, las correspondencias entre edad y número de partos de las vacas es muy bajo. Esto es debido a que en el parto número uno puede ser que hayan vacas de diferentes

edades (3, 4, 5 o 6 años) y así sucesivamente en los demás partos. Esto, se debe a que las vacas entran a producir a edades variadas pero tardías. De todas maneras el efecto de edad o de parto como componentes ambientales puede ser eliminado mediante algunas técnicas de ajuste estadísticos. De lo contrario las evaluaciones genéticas que se pretenden hacer en las vacas estarían enmascaradas por diferencias en edades o número de partos. Pues, como se señaló anteriormente, vacas de diferentes partos o edades tienen producciones diferentes aunque se les corrija las diferencias en largo de lactancia, el cual varía entre individuos y razas. Las razas europeas y sus cruza, con facilidad llegan a superar los 300 días de lactancia en los trópicos (Rodríguez y Planas, 1976; Katpatal 1977; Alexander et al, 1984), mientras que las razas nativas no lo consiguen (Magofke, 1964; De Alba y Kennedy, 1985).

2.1.2.2 Epoca de parto.

La producción de leche se ve afectada por la época o el mes en que ocurre el parto, dependiendo de la región en que esté ubicada la explotación. Las variaciones que se producen, son determinadas básicamente por las condiciones climáticas y la disponibilidad de alimentos a lo largo del año.

Numerosos investigadores (Garroni y Verde, 1976; Martínez, 1979; Fisher et al, 1983) reportaron un efecto significativo del mes o época del parto sobre la producción de leche, mientras que otros no han encontrado significancia alguna (Maltos y Cartwright, 1971; Perozo, 1971; Martínez et al, 1982). Habría que añadir que en las regiones tropicales con períodos seco y lluvioso bien marcados y con duración de seis meses cada uno, es diferente el efecto sobre la producción láctea a aquellas zonas tropicales húmedas en que las lluvias se distribuyen durante todo el año. Así, Bodisco et al, (1971), en un estudio de 1.046 registros de producción

en ganado Pardo Suizo, en Venezuela con dos períodos bien definidos encontraron efecto no significativo de época de parto sobre la producción de leche. En este estudio la época menos propicia para el inicio de la lactancia fue la época de mayo a julio, que correspondía al inicio de fuertes lluvias tropicales. Bodisco et al, (1966), al analizar 418 registros de producción de vacas criollas lecheras en una zona parecida a la anterior, encontraron diferencias altamente significativas entre las épocas del parto para la producción de leche y señalan la baja producción de las vacas que parían en período seco. Por otro lado, en las regiones de trópico húmedo, los meses de mayor precipitación son los que afectan negativamente la producción de leche (Negrón, 1974).

2.1.2.3 Año del parto.

Es normal que en una explotación de cualquier tipo, se mejoren sus condiciones de manejo y alimentación a través de los años y que también a través de ese tiempo hayan fluctuaciones climáticas que repercutirán de una forma u otra en la producción de leche. La mayoría de los autores (Alvarez, 1975; Ramírez y Martínez, 1979; Viteri, 1979; Murillo, 1982) concuerdan en señalar un efecto significativo del año sobre la producción láctea, aunque existen otros (Maltos y Cartwright, 1971; Bodisco et al, 1978) que no han encontrado ningún efecto. En ocasiones sucede que en lugar de mejorar con los años, existe una aparente declinación como se observó por Schneeberger et al (1982), en 28 hatos comerciales de Jamaica Hope, quienes reportaron un fuerte efecto de hato y año, ya que de 3.890 kg por lactancia en 1965 llegó a 2.658 kg en 1975. Además de la influencia del año, otro efecto comúnmente ligado con el del año es el efecto de hato en las explotaciones lecheras (Senger, 1968).)

2.1.2.4 Peso al parto.

Existe una relación positiva entre el peso corporal y el nivel de producción láctea (Senger, 1968; Ramírez y Martínez, 1979). Las vacas más grandes y pesadas producen más leche que las pequeñas, sin embargo, el rendimiento de leche no aumenta en proporción directa al peso del cuerpo. Warwick y Legates (1980), consideran que el incremento en el rendimiento de leche por cada 100 kg de peso corporal, de las vacas de la misma edad, es apenas de 200 kg. Aunque Clark y Touchberry (1962), al estudiar el efecto del peso corporal en la producción de leche y grasa en varias lactancias de ganado Holstein, encontraron un aumento de 400 kg de leche y 14.4 kg de grasa por cada 100 kg de aumento del peso corporal.

Lasso et al (1982), encontraron una correlación lineal positiva entre condición de las vacas al parto y su nivel de producción total de leche en el trópico húmedo. En este estudio se clasificaron 156 vacas de un hato Holstein en una escala de uno a seis. Las vacas que llegaban flacas al parto les correspondía la escala uno mientras que las que llegaban gordas y pesadas les correspondía la escala seis. Las mejores productoras de leche fueron aquellas que correspondían a las escalas cinco y seis. Bejarano (1979), encontró que fue la edad antes que el peso el factor de mayor influencia en la producción real y relativa del hato lechero del CATIE. En otro estudio efectuado por Martínez y García (1983), en 102 vacas Holstein de primera lactancia bajo condiciones de pastoreo, divididas en peso al parto alto (479 kg) y bajo (385 kg), encontraron diferencias importantes entre la producción de leche a los 305 días de los dos pesos, siendo 3.611 kg para las de bajo peso y 4.232 kg para las de peso alto.

Hay que reconocer por lo tanto que la condición física de las vacas, mayormente determinada por el régimen alimenticio a que se sujetan, influye sobre la cantidad de leche que se

produce. Este aspecto reitera la importancia del régimen alimenticio en las vacas lecheras.

2.1.2.5 Días secos y días abiertos.

Los días secos previos al parto no influyen en mucho los rendimientos de la lactancia a menos que el período seco sea muy corto, de 30 días o menos (Warwick y Legates, 1980) en que sí disminuyen los rendimientos, incrementándose hasta los 50-60 días. De ahí en adelante no hay aumentos. Verde (1978), al analizar 342 lactancias de 139 vacas mestizas Pardo Suizas, encontró influencia significativa sobre la producción de leche, del período seco previo al parto. En tanto Schneeberger et al (1982), en Jamaica, encontraron que los días secos y el peso corporal contribuyeron en menos del 10% del total de la variancia en rendimiento de leche.

En términos de eficiencia productiva, se considera ideal un período abierto (intervalo parto-concepción) de 60-90 días. Incluso en hatos bien manejados el período parto-concepción podría tener un efecto importante sobre el rendimiento de leche el cual puede llegar a determinar hasta un 4 a 7% de la variabilidad de la producción de leche a los 305 días (Warwick y Legates, 1980). Ripley et al (1970) reportaron que el número de días abiertos durante una lactancia influye en un 4,8, 5,8 y 5,4% en la variación del rendimiento de leche a los 305 días para la primera, segunda y posteriores lactancias y para todas las lactancias, respectivamente. En este estudio fueron consideradas 1.953 vacas de primera lactancia, 5.412 de segunda y posteriores y todas las 7.365 lactancias distribuidas en 40 hatos. Por esta razón los mismos autores señalaron la necesidad de tomar en cuenta los días abiertos en la evaluación de los registros de producción del ganado de leche. Muy pocos estudios referente al efecto de los días abiertos sobre la producción de leche se han efectuado en el trópico.

2.1.2.6 Condiciones climáticas.

Las condiciones climáticas prevalecientes en las regiones tropicales, así como los niveles existentes de manejo y alimentación se han reflejado en producciones lácteas bajas (Parker, 1984). Los componentes del clima como temperatura, humedad, desplazamiento del aire, radiación solar, presión barométrica y precipitación pluvial, pueden afectar en forma indirecta la producción láctea a través de los pastos y en forma directa estimulando los sistemas neuroendocrinos. Esto a su vez da como resultado la pérdida o conservación del calor para mantener la temperatura del cuerpo dentro del ámbito estrecho y óptimo para la actividad biológica (Hafez, 1973).

La producción de leche declina cuando la temperatura del aire excede los 23,9°C o baja a -1,1°C para las Jersey y -12,2°C para las razas Holstein y Pardo Suizo. Por otro lado temperaturas de -1,11°C a 15°C es considerada como temperatura confortable para las razas de ganado europeo y de 10,0°C a 26,7°C para ganado de origen hindú como el Cebú (Albright y Alliston, 1971). En un estudio efectuado por Sharma et al (1983) con 22.212 registros de producción de vacas Holstein y Jersey en la Universidad de Florida y con el objeto de cuantificar variaciones en producción de leche por efectos genéticos y climáticos (máxima y mínima temperatura, humedad relativa y radiación solar), encontraron que el clima afectó no solo el rendimiento de leche, sino también la proporción de sus componentes. Además, las razas Jersey, fueron menos afectadas por los cambios climáticos que las Holstein. Estos resultados, coinciden con los observados por Ruvuna et al (1983), quienes reportaron mayor rendimiento de leche y grasa en la época fría que en la época caliente. La raza Holstein fue superior a las otras razas para los dos componentes en ambas épocas, pero su superioridad resultó menor cuando parieron en la época caliente.

En el trópico, el nivel de producción y la calidad de la leche producida está limitada por varios factores ambientales. Dos de los más importantes, son la reducción en el consumo voluntario de los animales expuestos a altas temperaturas ambientales, y la calidad y el tipo de alimento disponible (Parker, 1984). Como apoyo a ésto, se puede citar el estudio de Breinholt et al (1981), quienes reportaron aumento en producción de leche asociado con el aumento en consumo de alimento, cuando los animales pastoreaban en las noches. Aparentemente las razas pequeñas son más tolerantes al calor (Sharma et al, 1983) y las vacas de tamaño grande y de alta producción como las Holstein, muestran una menor tolerancia al mismo. Esto es posiblemente porque un alto nivel de producción de leche está asociado a un alto nivel de producción de calor (Breinholt et al, 1981), probablemente como resultado de una alta utilización energética para la síntesis de los elementos constitutivos de la leche.

Otros factores, que a pesar de no ser climáticos, pero que sí están en el ambiente del animal y que tienen algún efecto sobre la producción de leche son: el nivel alimenticio del hato (Senger, 1968) y el tamaño y estado reproductivo del hato (Barr, 1975). Laben et al, (1982) en un estudio de 201 hatos cuyos tamaños oscilaban desde menos de 100 hasta más de mil vacas por hato, observaron las más altas producciones de leche por vaca en los hatos que tenían entre 300 y 600 vacas.

2.2 EFICIENCIA REPRODUCTIVA.

El ideal de una lechería especializada debe ser la obtención de un becerro y de una lactancia por año por vaca (De Alba, 1970). Las características utilizadas para medir esta eficiencia incluyen edad al primer parto, número de servicios por concepción, período abierto, intervalo entre partos y período de gestación. La importancia de la eficiencia

reproductiva radica en que afecta significativamente la productividad del hato y así la rentabilidad del mismo.

2.2.1 Edad al primer parto.

Una vaquilla con un adecuado sistema de alimentación puede ser preñada a edades tempranas, aumentando su posibilidad de longevidad productiva sin ningún problema de tipo reproductivo. Pero la producción de vaquillas preñadas a temprana edad será menor durante su primera lactancia 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. En zonas templadas, la edad al primer parto se produce entre los 22 y los 27 meses (Hargrove et al, 1969; Skjervold, 1979), mientras que en el trópico, en una revisión de los trabajos de 12 países, se encontró un promedio de edad al primer parto de casi 34 meses con variaciones que oscilan desde los 27 meses en la raza Holstein (Perozo, 1971), hasta los 47 meses en la raza Pardo Suizo (Martínez, 1979). Esto hace evidente la poca similitud entre razas con respecto a la edad al primer parto. Las diferencias entre razas y aún dentro de raza son ocasionadas por los múltiples manejos y tipos de alimentación desiguales a que son sometidos los animales durante su crecimiento. Entre los investigadores que han estudiado la influencia del régimen alimenticio, así como el efecto de sistemas de cruzamiento Bos taurus x Bos indicus, sobre la edad del primer parto se pueden citar: Willis y Wilson (1974), Plasse et al (1968), Teodoro et al (1984), aunque algunos de estos trabajos fueron hechos en bovinos productores de carne.

El h^2 para edad al primer parto bajo condiciones tropicales ha sido muy poco estudiada. En un estudio de 82 vacas de la raza Holstein, realizado en Brasil, a través de medias hermanas paternas, Valle y Amorín (1980), reportaron un h^2 de $0,302 \pm 0,284$. Contrario a lo anterior, en otro estudio

de animales cruzados entre Bos indicus y Bos taurus realizado en México bajo condiciones de trópico seco, Ortuño et al (1986), reportaron una regresión de madres-hijas negativas en tres poblaciones simuladas ($-0,13 \pm 0,09$, $-0,07 \pm 0,16$ y $-0,14 \pm 0,21$ con N de 288, 194 y 138, respectivamente) los cuales indican que la (n^2) para la edad del primer parto por lo menos en la población estudiada fue cero. Sin embargo, los coeficientes de regresión negativos también indican que hembras con edad al primer parto temprano tienden a producir hijas con edad al primer parto tardado.

2.2.1.2 Servicios por concepción.

Una manera sencilla de medir el estado reproductivo de un hato es a través del número de servicios requeridos para obtener una gestación. Esta medida está asociada al intervalo entre partos ya que mientras más servicios se requieran, más tiempo transcurre después del parto y el servicio efectivo. Cuando el número de servicios requeridos es menor de 1.5 se considera que el hato tiene una magnífica fertilidad y cuando se pasa de 2.5 servicios por preñez se puede sospechar la presencia de infecciones específicas, o situaciones de inadaptabilidad al medio (De Alba, 1970).

En el trópico se han reportado valores desde 1.55 para la raza Jersey (Carmona y Muñoz, 1966), en condiciones de postoreo en trópico húmedo, hasta 3.4 servicios por concepción en la raza Pardo Suizo bajo sistemas de manejo semi-intensivo (Román y Flores, 1980). Diferentes autores (Torres, 1972; Rodríguez, 1976) señalan a las razas Jersey, Criollas y sus cruces, como las que requieren el menor número de servicios por concepción, aunque en un estudio de 1054 lactancias bajo condiciones del trópico húmedo, se obtuvo 1.60 servicios por concepción en la raza Guernsey (Morales, 1972). Las vacas Pardo Suizo son consideradas en el trópico como las que

requieren el mayor número de servicios por concepción efectiva (De Alba, 1970; Román y Flores, 1980).

2.2.1.3 Período Abierto.

Este período es de primordial importancia por su efecto que tiene sobre el intervalo entre partos. El ámbito óptimo para poder obtener una lactancia por año, está entre los 60-90 días de período abierto (Warwick y Legates, 1980), que es lo ideal en las razas lecheras en zonas templadas (Soldatov y Rusanova, 1979).

En los trópicos se han reportado valores que van desde los 93 días en la raza Pardo Suizo (Negrón, 1974) hasta los 208 ± 38 días también en ganado Pardo Suizo (Hernández, 1965). Así como existe esta gran variabilidad dentro de raza, causada sobretodo por factores de manejo y falta de adaptación de las razas lecheras en los trópicos, también existe variabilidad entre las diferentes razas.

En un estudio realizado en el hato de Turrialba, Magofke (1964) reportó 101 ± 41 días de intervalo parto-concepción en 149 observaciones de la raza Jersey y 109 ± 44 días, resultado de 304 observaciones en la Criollo lechero. Sin embargo, en un estudio realizado en la India, en las razas Jersey, Holstein y Pardo Suizo de vacas originarias de Nueva Zelanda, las vacas Jersey fueron las que tuvieron los mayores períodos abiertos (180 ± 18 días en 56 observaciones), seguidas de la raza Holstein con promedio de 168 ± 18 días en 79 observaciones. La raza Pardo Suizo fué la más eficiente en este estudio con 113 ± 20 días en 40 observaciones. También a través de los cruces entre Bos taurus x Bos indicus se nota un cambio en la longitud del período abierto. Así Verma ^{et} al (1973) reportaron 87 ± 34 días de período abierto en las vacas mitad Holstein y mitad Sahiwal, mientras que en las vacas un

octavo holstein y siete octavos Sahiwal observaron 169 ± 36 días abiertos. Supuestamente por efecto de heterosis.

El h^2 para esta característica en las zonas templadas es cercana a cero (Soldatov y Rusanova, 1979). En los trópicos se han efectuado pocos estudios para determinar este parámetro genético, aunque Deshpande y Bonde (1983), reportaron $0,030 \pm 0,011$ en un estudio realizado en ganado Holstein x Sahiwal de la India. Estos valores cercanos a cero, le dan poco valor a esta característica para hacer selección en base a ella.

2.2.1.4 Período de gestación.

El período de gestación varía dependiendo la raza y el tipo de explotación a que está sometido el animal, en un ámbito en el trópico que oscila de $276,4 \pm 1,1$ días (Bodisco et al, 1969) hasta los $289,1 \pm 2,6$ días (Lobo et al, 1980). Aparentemente en el trópico el ganado mestizo y la raza Pitangueiras de Brasil son las que presentan los períodos de gestación más largos (Hernández, 1965; Lobo et al, 1980). Otra fuente importante de variabilidad en el período de gestación, es el sexo del becerro. Bodisco et al (1969), en 33 vacas Holstein encontraron un promedio de $277,1 \pm 1,2$ y $275,8 \pm 1$ días de gestación para 15 machos y 18 hembras, respectivamente. Igual tendencia a mayores períodos de gestación cuando el becerro es macho, observaron en la raza Pardo Suizo con promedios de $287,8 \pm 0,8$ y $284,8 \pm 0,9$ días para 30 machos y 31 hembras gestadas, respectivamente.

Muy pocos estudios se han realizado para estimar h^2 y R del período de gestación en los trópicos. Aunque Lobo et al, (1980) analizando 4215 gestaciones en el ganado Pitangueiras de Brasil y utilizando un modelo mixto, obtuvieron $0,116 \pm 0,044$ para R. En zonas templadas los valores de h^2 normalmente se acercan a cero (Soldatov y Rusanova, 1979).

2.2.1.5 Intervalo entre partos

El intervalo entre partos consta de dos períodos; el período abierto y el período de gestación. El período abierto es el que afecta este intervalo, puesto que el largo de gestación generalmente se mantiene constante. Los valores encontrados para intervalos entre partos en el trópico, van desde 383 días (Alvarez, 1975) en ganado Criollo, hasta más de 544 días encontrado por Wilkins *et al* (1984), en un hato Pardo Suizo. Es de hacer notar que todos los indicadores de la eficiencia reproductiva coinciden en colocar a las razas Criolla y Jersey como las menos problemáticas, probablemente debido a su mejor adaptación a las condiciones imperantes en el trópico y por el otro extremo invariablemente se señala a la raza Pardo Suiza como la que presenta mayores problemas reproductivos. Sin embargo estas apreciaciones proceden de estudios aislados, puesto que en trópico se han hecho pocos estudios comparativos bajo las mismas condiciones de manejo.

El efecto del cruzamiento entre algunas razas tiene mucha importancia en los trópicos para acortar el intervalo entre partos (De Alba, 1985). Verma *et al* (1973), en el cruce 5/8 Holstein x 3/8 Sahiwal observaron en la segunda lactancia intervalos entre parto de 351 ± 38 días, aunque solamente eran nueve observaciones y con lactancias menores a los 300 días. El efecto benéfico del cruce entre algunas razas, especialmente Bos indicus x Bos taurus y que se traduce en intervalos menores entre partos, ha sido observado por diferentes autores (Negrón, 1974; Buvanendran, 1977). Martínez (1979), en un estudio efectuado en El Salvador, con varios grupos raciales, reportó los menores intervalos en el ganado mestizo, con un promedio de 389 días. Resultados similares fueron reportados por Alvarez (1975), quien observó 377 días en ganado Criollo x Jersey; los menores intervalos entre partos en ese estudio. Un resumen de estudios sobre eficiencia reproductiva en el trópico, se presenta en el cuadro 2.

Cuadro 2. Resumen de estudios sobre eficiencia reproductiva en el trópico.

Autor y País	Grupo Racial	Servicios por Concepción	Edad al primer parto (meses)	Periodo abierto (días)	Periodo de gestación (días)	Intervalo entre partos (días)
Alexander et al (1984) (Australia)	AFS AMZ HF					389±61 (15)* 450±131 (26) 488±121 (20)
Alvarez (1975) (Costa Rica)	Criollo Jersey		34,7 (384) 32,7 (391)			383 (843) 386 (391)
Bodisco et al (1969) (Venezuela)	Holstein P.Suizo	2,15±0,22 (33) 2,43±0,21 (63)	31,5 (33) 33,4 (63)		276,4±1,1 (33) 286,3±0,6 (63)	
Buvanendran (1977) (Sri Lanka)	Ayrshire 5/8 Jersey					437,5±28 (86) 372,9±10 (23)
Carmona y Muñoz (1966) (Costa Rica)	Criollo Jersey P.Suizo	1,58 (602) 1,55 (272) 1,63 (309)				386 (337) 384 (129) 413 (123)
Duarte et al (1980) (Brasil)	Pitangueiras					431±24 (4019)
Hernández (1965) (Venezuela)	Mestizas Holstein P.Suiza	2,9±0,2 (135) 2,8±0,3 (17) 2,6±0,4 (19)		130±10 (122) 204±24 (19) 208±38 (20)	289,1±1,2 (77) 276,5±1,4 (17) 288,2±1,8 (12)	404±6 (306) 467±29 (16) 526±19 (51)
Katpatal (1977) (India)	P.S. x Izatnagar P.S x Hissar P.S x Haringhatta		33,7 (35) 34,1 (53) 34,1 (15)			395 (111) 417 (64) 471 (64)
Lobo et al (1980) (Brasil)	Pitangueiras				289,1±2,6 (4215)	
Martínez (1979) (El Salvador)	Holstein P.Suizo 3/4 P.Suizo 1/2 P.Suizo Mestizo Guernsey		32,6 (7) 47,4 (74) 33,2 (73) 33,4 (76) 31,8 (8)			410 (9) 465 (191) 444 (130) 420 (456) 389 (181) 446±89 (640)
Morales et al (1981) (Méjico)	Holstein	1,6±1,02 (1054)		170,4±75 (640) 129±76 (594)		
Morales et al (1983) (Méjico)	Holstein				280±6,7 (594)	407±72,3 (594)
Murillo (1982) (Honduras)	Holstein P.Suizo	1,69±1,06 (554) 1,65±1,08 (924)	34,6±7 (175) 36,4±7 (253)			486±159 (359) 516±199 (635)

Autor y País	Grupo Racial	Servicios por Concepción	Edad al primer parto (meses)	Periodo abierto (días)	Periodo de gestación (días)	Intervalo entre partos (días)
Negrón (1974) (Costa Rica)	Red Poll P.Suizo 1/2 P.Suizo	1,76 (136) 1,95 (44) 1,52 (239)	40 (26) 35,1 (56) 33,3 (178)	118 (134) 93 (104) 113 (219)		439 (154) 429 (51) 418 (290)
Perozo (1971) (Guatemala)	Holstein	1,93 (85) 1,69 (56)	37,0 (34) 29,7 (6)	131 (81) 101 (51)		468 (96) 420 (49)
Rodríguez y Planas (1976) (Cuba)	3/4 h x 1/4 Cebú	3.6	27	174±100 (60)	284±11 (60)	456±102 (60)
Román et al (1976) (Méjico)	Holstein P.Suizo Jersey		47±18 (58) 46±18 (56) 54±16 (18)			
Sadana y Basu (1981) (India)	Jersey Holstein P.Suizo		28,5±2,3 (39) 29,6±1,6 (32) 29,2±3,5 (10)	180±18 (56) 168±18 (79) 113±20 (40)		423±13 (56) 442±18 (79) 421±15 (40)
Salazar y Huertas (1976) (Colombia)	Holstein P.Suizo C.C.C 1/2H x 1/2C.C.C 1/2P.Sx1/2C.C.C 3/4H x 1/4C.C.C		40,5 (142) 37,5 (43) 37,8 (198) 33,7 (153) 33,8 (76) 33,1 (42)			584 (142) 544 (43) 422 (198) 437 (153) 444 (76) 422 (42)
Schneeberger et al (1982) (Jamaica)	Jamaica Hope		32,7±1,1			397(81)
Verma et al (1973) (India)	1/8H x 7/8S 1/4H x 3/4S 1/2H x 1/2S 5/8H x 3/8S 3/4H x 1/4S		42,0±1,3 (28) 45,2±4,1 (22) 37,8±2,9 (12) 36,7±1,1 (23) 36,9±1,3 (19)	116±25 (22) 115±17 (21) 87±34 (4) 156±31 (18) 138±48 (12)	288±3 (25) 279±3 (20) 288±16 (11) 287±4 (23) 284±3 (18)	396±12 (22) 398±18 (22) 381±36 (4) 448±31 (18) 409±46 (12)
Wilkins et al (1984) (Bolivia)	P.Suizo P.S. x Criollo		35,7±4,7 (13) 30,5±2,5 (18)			544 (13) 403±73 (18)

* Número de observaciones

AFS =Australian Friesian Sahiwal

AMZ =Australian Milking Cebu

H.F =Holstein Friesian

C = Criollo

J = Jersey

H = Holstein

S = Sahiwal

C.C.C = Criollo con cuernos

El h^2 para esta característica está entre $-0,65 \pm 0,48$ reportado por Viteri (1979) en un hato de diversos grupos raciales de El Salvador, hasta $0,22 \pm 0,09$ en una de las poblaciones simuladas de Ortuño et al (1986), en ganado de carne del trópico seco de México. Los valores negativos indican que el valor de h^2 es cero, aunque también señalan que vacas con intervalos cortos pueden dar origen a hijas cuyos intervalos sean largos. El índice de constancia ha sido reportado desde $0,06 \pm 0,02$ (Ortuño et al, 1986) hasta $0,41 \pm 0,15$ (Viteri, 1979). Duarte et al (1980), analizando 4019 registros de 1380 vacas de la raza Pitangueiras, servidas por 123 toros y utilizando el método de mínimos cuadrados y máxima verosimilitud (Harvey, 1977), obtuvieron un h^2 cercano a cero y un R de $0,145 \pm 0,044$.

2.2.1.6 Factores que afectan la eficiencia reproductiva.

Diversos factores afectan la eficiencia reproductiva de un hato. Entre los más importantes se consideran: año y época de nacimiento y de parto, edad y procedencia de las vacas, factores climatológicos, alimentación y manejo del hato. Varios autores señalan un marcado efecto del año del parto sobre la eficiencia reproductiva, la variable más afectada es el intervalo entre partos (Perozo, 1971; Morales, 1972; Viteri, 1979), aunque el efecto de año también afecta la edad al primer parto (Martínez, 1979).

Bodisco et al (1971) en una región tropical con períodos seco y lluvioso bien definidos, encontraron que los peores meses para la reproducción eran los del inicio de las lluvias, lo cual coincide con los trabajos de Negrón (1974), que en un hato en trópico húmedo, reportó que los meses más lluviosos tuvieron efecto de alargamiento sobre el período parto-primer servicio e intervalo entre partos. Por otro lado Román y

Flores (1980), en un hato Holstein y Pardo Suizo de Veracruz, México, demostraron que cuando los partos ocurrieron de abril a septiembre (meses del año más calurosos) hubo una tendencia a un período mayor parto-concepción, mayor número de servicios por concepción e intervalos entre partos más largos, resultando más eficiente en todas las variables reproductivas estudiadas la raza Holstein que la Pardo Suizo.

Con respecto a la época de nacimiento, Vaccaro y Vaccaro (1972) encontraron que los animales nacidos en época lluviosa parieron por primera vez entre 1.4 y 1.9 meses más temprano que los nacidos en época seca. El efecto de año de nacimiento se considera significativo para la edad a la primera concepción y el peso al primer parto (Batra et al, 1983).

Con respecto a la edad y el número de parto, se considera que el porcentaje de concepción al primer servicio, es mayor en novillas, que en hembras de una o más preñeces (Vaccaro y Vaccaro, 1982) resultando en que las vaquillas requieren un menor número de servicios por concepción. Esto, es más marcado en vacas lactantes, debido a la inhabilidad de mantener la temperatura normal del cuerpo bajo condiciones de estrés por calor, ocasionado por la alta tasa de producción de calor interno asociado con la lactancia (Badinga et al, 1985). También el período de involución uterina aumenta con el número de partos, lo que tiene efecto directo sobre la efectividad de los servicios (El-Keraby y Aboul-Ela, 1982).

La procedencia del ganado, cobra importancia por los múltiples intentos efectuados en diferentes épocas, por algunos países, para introducir en el trópico las diferentes razas lecheras europeas y cuyos fracasos se deben en gran parte a problemas reproductivos. Vaccaro et al (1983), en un estudio realizado en Venezuela con 250 vaquillas Holstein importadas de Estados Unidos, 150 de Holanda (de 5-18 meses de edad) así como de sus 900 hijas nacidas en el país (1970-

1981), mantenidas en dos hatos con corrales sombreados y con altos niveles de concentrado y forraje, encontraron que el 68% de las hembras importadas no llegaron al tercer parto y de esto, el 50% se debió a problemas reproductivos; habiéndose logrado únicamente 1.8 partos de por vida, por hembra importada. De las hijas nacidas y vivas a un año de edad, el 63% abandonó el hato antes del tercer parto, siendo la causa principal los problemas reproductivos (49.7%).

Los problemas reproductivos del ganado lechero europeo en el trópico se agudizan cuando se reconoce que los valores para la duración del estro y el intervalo entre el inicio del estro y ovulación difieren de los conocidos para este tipo de ganado mantenido en clima templado (Ledezma et al, 1980). Slama et al (1976), en un estudio sobre los factores que afectan el intervalo entre partos, encontraron que puede ser alcanzada una sustancial reducción con una mejor detección del estro, asegurando que los períodos estruales fallados, son los que más contribuyen a los días abiertos en los hatos lecheros.

Entre los factores climáticos que afectan la eficiencia reproductiva, los de mayor importancia son las temperaturas elevadas y la humedad relativa. Se ha demostrado que la temperatura tiene una correlación negativa con la tasa de concepción (Gwazdauskas et al, 1975). Se ha observado que el índice de temperatura-humedad, en el segundo día antes de la inseminación es el que más está correlacionado con la tasa de concepción (Ingraham et al, 1976), declinando ésta, cuando este índice se incrementaba. Garrido (1976), en Culiacán, México, analizando la efectividad de 2.007 primeros servicios en un hato Holstein importado y algunas hijas de la primera generación nacidas en clima tropical, encontró que tanto la temperatura como la humedad del día del servicio, tenían influencia sobre la efectividad de los primeros servicios y los problemas se acentuaban en los meses que la temperatura

mínima diaria era mayor a 25°C y la humedad relativa media estaba por encima del 60%.

Además de la temperatura alta y humedad relativa, también la temperatura del aire afecta la tasa de concepción. Badinga et al (1985) encontraron que la tasa de concepción decrece de 52 a 32% cuando la temperatura máxima del aire se incrementa de 23° a 32° C. Esto, se asoció con efectos detrimentales del calor en el desarrollo de los embriones. La radiación solar en el día de la inseminación no tuvo efecto detectable sobre la tasa de concepción.

Se ha notado una pequeña pero real asociación antagónica entre los altos rendimientos de producción de leche y la eficiencia reproductiva (Laben et al, 1982). Miller et al (1967) demostraron que existe una relación directa entre producción de leche en primera lactancia y el intervalo entre partos. Las altas productoras tienen intervalos mayores que sus contemporáneas produciendo menos leche, evidenciando que las primeras no retornan al estro después del parto tan rápido.

También las mayores productoras requieren más servicios por concepción (Olds et al, 1979). Las razas Jersey y Pardo Suizo se comportan mejor reproductivamente en la época calurosa, que las Holstein (Narvaez, 1949; Ruvuna et al, 1983). Asimismo la eficiencia reproductiva es afectada por los partos anormales, provocando mayores intervalos entre partos, mayor número de servicios por concepción y una mayor incidencia de quistes foliculares (El-Keraby y Aboul-Ela, 1982). Otros factores que afectan la eficiencia reproductiva y que algunas veces no son cuantificados adecuadamente en el trópico, son: la inadecuada observación del estro, deficiente técnica de inseminación artificial y baja fertilidad del toro (Vaccaro, 1973).

2.3 Correlaciones Genéticas y Fenotípicas.

El conocimiento del grado de relación que guardan dos o más características diferentes es importante para conocer cómo el mejoramiento de un carácter va a causar cambios simultáneos en otros caracteres, especialmente en respuesta a un programa de selección. La causa genética de correlación es principalmente la pleiotropía, como propiedad de un gen de afectar a dos o mas caracteres (Falconer, 1980) y la asociación entre dos caracteres que puede ser observada directamente es la correlación fenotípica. Entre las correlaciones más importantes de cuantificar, están las de los caracteres productivos con los de los reproductivos en el ganado lechero.

Miller et al (1967), en cien mil lactancias de la asociación de mejoramiento de ganado lechero, encontraron que la longevidad no está relacionada fenotípicamente con el intervalo entre partos, aunque sí reportaron correlación genética y fenotípica entre longevidad y producción de leche en la primera lactancia, de 0,19 a 0,25 y 0,54 a 0,77, respectivamente. También encontraron una correlación fenotípica de 0,19 a 0,21 entre intervalo entre partos y la producción de leche en la primera lactancia. Resultados similares a los anteriores, fueron obtenidos por Hargrove et al (1969), quienes encontraron una correlación genética de 0,85 entre rendimiento en primera lactancia y la producción de por vida. Asimismo encontraron correlaciones de 0,76 entre primeras lactancias y longitud de vida productiva. Estos resultados, muestran que bien se puede seleccionar hacia las altas producciones de leche en las primeras lactancias, sin producir una declinación en el comportamiento de por vida de un hato. En los trópicos, Valle y Amorín (1980), reportaron correlaciones genéticas y fenotípicas negativas $-0.002 \pm 0,0031$ y $-0,015 \pm 0,589$, respectivamente entre producción

láctea y edad al primer parto, aunque estos valores, son cercanos a cero. La implicación de ésto, es que se podría seleccionar para cualquiera de estas características sin afectar negativamente la otra. Patro y Rao (1983), reportaron una correlación genética y fenotípica positiva pero baja entre la edad al primer parto y el período de lactancia, en ganado Red Sindhi de la India. Por otro lado, Kumar (1980), analizando 1187 registros de primeros partos en las razas Haryana y Tharparkar de la India, encontraron que la correlación genética entre siete medidas reproductivas como son: edad al primer parto, período abierto, período de inseminación, período de servicio, servicios por concepción, número de estros perdidos e intervalos entre partos indican que los mismos genes controlan las diferentes medidas reproductivas. En el estudio de Deshpande y Bonde (1983), en ganado Holstein por Sahiwal de la India, reportaron que es más efectivo reducir el período seco a través de un manejo adecuado, antes que por selección, puesto que encontraron una alta correlación fenotípica positiva del período seco con las características reproductivas (período de servicio e intervalo entre partos) y lo contrario con las características productivas. Schneeberger et al (1982), reportaron correlaciones fenotípicas de 0,64, 0,18 y -0,16 entre el rendimiento de leche con el período de lactancia, peso del cuerpo y período seco respectivamente. La mayoría de los trabajos son coincidentes en señalar una correlación genética y fenotípica negativa del período seco con las características productivas aunque en forma inconstante, lo que habría que tomarse en cuenta a la hora de un programa de selección en específico.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 LOCALIZACION DEL TRABAJO Y FUENTE DE INFORMACION

La información utilizada, proviene de un hato Pardo Suizo y sus cruces con diferentes grupos raciales de la lechería "El charco". Esta lechería pertenece a la Empresa Genética Roberto Alvarado adscrita al MIDINRA (Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria) del Gobierno de Nicaragua. La lechería se encuentra ubicada en el departamento de Managua, Nicaragua, a 24 kms. de la ciudad capital, a una latitud de 12°14' y una longitud de 86°25', con una elevación promedio de 49 m sobre el nivel de mar. Los promedios climatológicos anuales de los últimos 13 años, son de 1259 mm. de precipitación, 28.4°C de temperatura media y 64% de humedad relativa (Cuadro 1A). Existe una época lluviosa que va de mayo a octubre y una seca de noviembre a abril.

3.2. ORIGEN DEL HATO

El origen de este hato, se remonta a 1952, año en que la lechería fue adquirida por los padres de la orden de Jesús (Jesuitas). Al principio el hato era muy heterogéneo, predominando algunas vacas Holstein, Criollas y mestizas. Realizaron la compra de varios toros Pardo Suizo para cruzarlos con las hembras existentes. En el año de 1960 fueron introducidas 100 vacas criollas productoras de leche, de la hacienda La Pitahaya de Chontales, cuyo hato era reconocido en esa época, por tener vacas Criollas altas productoras de leche. A partir de 1962 se comenzó a utilizar inseminación artificial con semen procedente de los Estados Unidos y se notó un aumento cuantitativo, en cuanto a producción de leche (Ibarguren, 1985). Es también a partir de ese año que se empiezan a llevar los registros de producción

de una forma sistemática y precisa. En 1982, el Estado le compró la lechería a los Jesuitas, para integrarla como parte de un proyecto lechero nacional de gran envergadura.

3.3 MANEJO DE LOS ANIMALES

El hato lechero de "El Charco" está formado por animales de la raza Pardo Suizo y cruces con otras razas, las cuales pastorean en potreros de pasto estrella (Cynodon Nlemfluensis) y pangola (Digitaria Decumbens) y reciben además taiwán (Pennisetum Purpureum var. Taiwán) picado. Los potreros son irrigados durante la época seca. Las vacas en producción se ordeñan diariamente dos veces (2:00 a.m y 1:00 p.m) y reciben un total de 4.5 kgs/vaca/día de un concentrado con 17% de proteínas cruda, (a base de sorgo, torta de algodón, minerales y melaza), además, se les da 1.5 kg de melaza por día. La producción de leche es pesada el primer viernes de cada mes. Las vacas secas y novillas preñadas pastorean en potreros diferentes a los que utilizan las vacas en producción. Además, se les proporciona diariamente 2 kg de un concentrado con 14 por ciento de proteína cruda y 1 kg por día de melaza. Como regla general todos los animales reciben sales minerales ad libitum.

En la lechería, se utiliza la inseminación artificial, con semen importado de los Estados Unidos seleccionado en base al pedigree de los padres y/o semen procesado en el banco de semen de Managua.

Para las vacas con problemas reproductivos se utiliza monta natural al no llegar a preñarse por medio de la inseminación artificial. Unos 15 días antes del parto, las vacas son llevadas a los corrales de maternidad, donde permanecen hasta ser incorporadas al ordeño. Después del parto, la vaca permanece junto al ternero con el fin de asegurarse el suministro de calostro y detectar cualquier

problema post-parto que amerite atención veterinaria. En ausencia de problemas, la vaca pasa al ordeño a los 8-12 días post-parto y las becerras se ubican en jaulas de crianza. Los machos son sacrificados a menos que procedan de vacas buenas productoras de leche, para criarlos artificialmente y luego venderlos. Las becerras se colocan en jaulas de metal o madera, donde permanecen hasta los dos meses de vida, consumiendo 4 kg de leche en dos tomas diarias. De los dos a los cuatro meses se reduce la leche a 2 kg por día hasta ser eliminada. A los tres meses comen aproximadamente 2.5 kg de concentrado con un 16% de proteína cruda, hasta llegar a los 4 kg por día a los cuatro meses; en ambos casos comen heno de estrella (Cynodon Nlemfluensis) ad libitum. De los cuatro a los seis meses se reduce el consumo de concentrado a 3.5 kg por día/animal, pero se les da taiwán picado a voluntad y salen a pastorear unas 16 horas en potreros de estrella y pangola. Luego las terneras pasan al grupo de desarrollo, donde se les reduce el concentrado a 2 kg por día y se suplementan con 1 kg de melaza por animal, además de minerales y sal común suministrada también en forma ad libitum.

3.4 METODOLOGIA

Para el estudio se contó con los registros llevados en la lechería "El Charco" de los cuales se codificó la siguiente información: 1) Identificación de la vaca, 2) grupos racial de la vaca (1=100% Pardo Suizo; 2=3/4 Pardo Suizo; 3=1/2 a menos de 3/4 Pardo Suizo; el resto de la composición genética de los grupos raciales dos y tres fueron: Criollo, Holstein, Cebú y otras), 3) padre, 4) madre, 5) fecha de nacimiento, 6) número de servicios por concepción, 7) fecha de concepción, 8) fecha de parto, 9) número de parto, 10) tipo de parto (2 = normal; 3 = natimorto; 4 = aborto con lactancia; 5 = aborto sin

lactancia), 11) fecha de secado, 12) producción total de leche, 13) producción del último mes.

Los registros escogidos fueron los de todas las vacas vivas de la explotación en la actualidad y los de sus respectivas madres, estuviesen vivas o no. Esto llevó a introducir datos que comprenden los años de 1971 a mayo de 1985, sumando un total de 1124 vacas. A los datos, por presentar incongruencias biológicas, se les aplicó las siguientes restricciones durante su procesamiento : de la producción láctea, se eliminó 205 lactancias provenientes de abortos y aquellas cuyos períodos de lactancia eran mayores y menores que dos desviaciones estándar con respecto a las medias. Así, para el grupo racial 1 se tomaron en cuenta las lactancias que estuvieron entre 164 y 464 días, para el grupo racial 2 se consideraron entre 170 y 502 días y para el grupo racial 3 las que duraron de 177 a 473 días lactando. Con estas restricciones se eliminaron 203 lactancias más. Esto dió 408 lactancias eliminadas en total.

Se suprimieron 201 registros de edad al primer parto por carecer de fechas de nacimiento o de parto y por haber terminado su primer concepción en un aborto. De los datos de intervalos entre partos se eliminaron 606 registros a consecuencia de considerar los valores que se encontraban entre 354 y 580, 338 y 554 y 328 y 502 días en los grupos raciales 1, 2 y 3, respectivamente. Estos valores correspondían a una desviación estándar con respecto a la media. En forma similar se consideraron los períodos abiertos de 68 a 260 días, 53 a 263 y 49 a 225 días para los grupos raciales 1, 2 y 3, respectivamente, mientras que para el período seco 47 a 209, 20 a 204 y 18 a 158 días, respectivamente, para los grupos raciales 1, 2 y 3 eliminándose de esta manera 607 observaciones. Los datos de longitud de gestación no variaron puesto que no se tomaron en cuenta las gestaciones provenientes de monta natural, por no

ser muy confiable la fecha de concepción y las gestaciones que terminaron en aborto. El número de registros al comienzo del estudio y luego del procesamiento de los datos, se puede observar en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Número de registros disponibles al principio (NR1) y después de las diferentes ediciones (NR2) para cada una de las características.

Característica estudiada	NR1	NR2
Primeras lactancias (kg)	1111	910
Producción de leche (kg)	3533	3125
Período de lactancia (días)	3533	3125
Período seco (días)	2170	1513
Edad primer parto (días)	1111	910
Período abierto (días)	2170	1513
Período gestación (días)	2908	2908
Intervalo entre partos (días)	2740	2121

En cuanto a las variables estudiadas los registros correspondientes a los años 1966, 1967 y 1968 fueron incluidas en el año 1969 para edad al primer parto por haber contado con muy pocas observaciones. Para producción de leche las edades del parto correspondiente a los 11 y 12 años de edad fueron incluidas en la clase de 10 años, en forma similar los registros de los años 1971 y 1972 que sumaron 79 se incluyeron en el año 1973, además de las observaciones del grupo racial uno del año 1976 que se incluyeron en el año 1977 y todos los registros del año 1979 al año 1984 del grupo racial tres que sumaron 33, se pasaron al año 1978.

Los registros de intervalos entre partos correspondientes a 1971 y 1972 (N=78) se sumaron al año 1973 y 36 registros del año 1984 pasaron al año 1983. Por otro lado, 21

registros del parto número siete, ocho y nueve pasaron al parto número seis. Para período abierto y período seco también se hicieron algunas modificaciones. Los registros de 1984 se sumaron a 1983 así como los del año 1976 (N=9) para el grupo racial 1 se sumaron al año 1977, y las del grupo racial tres (N=13) correspondiente a los años 1979, 1980, 1981 y 1982 se sumaron al año 1978.

Al final se generó un archivo de 1187 registros con información sobre intervalos entre partos, período seco, período abierto, largo de gestación, período de lactancia y producción láctea con el fin de obtener correlaciones genéticas y fenotípicas entre estas características.

3.5 ANALISIS ESTADISTICO

Todos los análisis estadísticos realizados en los presentes estudios fueron efectuados mediante el empleo del análisis de mínimos cuadrados y máxima verosimilitud descritos por Harvey (1976). Es importante señalar aquí que los modelos estadísticos que se describirán mas adelante, son el resultado de varios análisis preliminares que permitieron llegar a estos modelos definitivos.

3.5.1 Comportamiento productivo

3.5.1.1 Producción láctea

Los registros de producción de leche fueron ajustados primero a un largo de lactancia de 305 días. Las que tenían menos de 305 días se las puso como que hubieran lactado por dicho tiempo y las que pasaron ese límite, se les restó de la producción total, la producción de los días que excedieron a

305. Una vez realizado este ajuste se empleó el siguiente modelo:

$$1) Y_{ijklmn} = \mu + GR_i + V_{j(i)} + D_k + A_l + S_m + (GR \times D)_{ik} + \epsilon_{ijklmn}$$

donde:

Y_{ijklmn} = producción de leche ajustada a 305 días,

μ = media general de todas las observaciones si

hubiesen datos balanceados,

GR_i = efecto fijo del i -ésimo grupo racial ($i=1, 2$ y 3),

$V_{j(i)}$ = efecto aleatorio de la j -ésima vaca, dentro del i -ésimo grupo racial,

D_k = efecto fijo de la k -ésima edad de la vaca al parto ($k= 2, 3, \dots, 10$),

A_l = efecto fijo del l -ésimo año de parto ($l = 71, 72, \dots, 84$),

S_m = efecto fijo de la m -ésima época de parto ($m = 1$ y 2),

$(GR \times D)_{ik}$ = efecto fijo de la interacción entre el i -ésimo grupo racial y la k -ésima edad de la vaca,

ϵ_{ijklmn} = error aleatorio asociado con cada uno de los registros.

Este, se manejó como un modelo fijo absorbiendo el efecto de las vacas mediante el procedimiento de máxima verosimilitud para evitar la posible confusión existente de diferencias entre registros de las vacas, años y edades de las vacas al parto, pues en cada año, una vaca lo mejor que hace es dejar un registro, por lo que existe la dificultad de separar los efectos de vacas, años y edades. Pero al absorber las vacas hacia los años, ya es posible obtener estimadores no sesgados de máxima verosimilitud para las edades de las vacas. Estos estimadores fueron utilizados para ajustar los registros de producción de leche por edad a un equivalente de 7 años de edad (Cuadro 4). El procedimiento que se siguió fué:

$$P_{305LE} = \frac{3792}{X_i} \times PL_{305j(i)} \quad \dots\dots\dots (1)$$

donde:

3792 = producción de leche a los 7 años de edad (kg),

P_{305LE} = producción láctea ajustada a 305 días y por edad de la vaca

X_i = promedio de la producción láctea a 305 días de la i -ésima edad de la vaca ($i = 1, 2, \dots, 10$).

$PL_{305j(i)}$ = producción láctea ajustada a 305 días de la j -ésima vaca, perteneciente a la i -ésima edad de parto.

Los resultados de este análisis se presentan en el Cuadro 4.

Cuadro 4 Medias de mínimos cuadrados y sus errores estandar para PL305 y los factores de ajuste multiplicativo por edad de la vaca al parto generados del modelo 1.

Edad Parto		PL305	Factor de ajuste
Años	N	Media(M.C y e.e)	Multiplicativo
2	444	2679 ± 58	1,42
3	711	2858 ± 38	1,33
4	621	3363 ± 37	1,13
5	488	3653 ± 41	1,04
6	344	3747 ± 46	1,01
7	255	3792 ± 55	1,00
8	135	3784 ± 73	1,01
9	72	3627 ± 120	1,05
10	55	3610 ± 250	1,05

N = número de observaciones.

Una vez realizado el ajuste por el largo de lactancia y edad de la vaca al parto hacia el equivalente a los 7 años de edad, se procedió a un análisis de mínimos cuadrados y máxima verosimilitud (Harvey, 1977), utilizando el siguiente modelo:

$$2) P305LE = \mu + GR_i + P_{j(i)} + V_{k(j,i)} + A_l + S_m + \epsilon_{ijklmn}$$

donde:

P305LE = producción de leche corregida a 305 días y por edad al parto de las vacas,

μ = media general de todas las observaciones si
hubieran datos balanceados,

GR_i = efecto fijo del i -ésimo grupo racial ($i = 1, 2$ y
 3),

$P_{j(i)}$ = efecto aleatorio del j -ésimo padre de la vaca,
anidado dentro del i -ésimo grupo racial

$V_{k(j,i)}$ = efecto aleatorio de la k -ésima vaca, anidada
dentro del j -ésimo padre, quien a su vez está
anidado dentro del i -ésimo grupo racial,

A_l = efecto fijo del l -ésimo año de parto ($l = 71, 72,$
 $\dots, 84$),

S_m = efecto fijo de la m -ésima época de parto ($m = 1$ y
 2),

ϵ_{ijklmn} = error aleatorio asociado con cada uno de los
registros.

El modelo anterior (modelo 2) presenta el análisis de
varianza descrito en el Cuadro 5.

Cuadro 5 Análisis de varianza y componentes de variancia para estimar índice de herencia (h^2) y constancia (R) para P305LE de todo el hato (modelo 2).

Fuente variación	G.L	C.M	E(C.M)
Grupo Racial (GR)	2	CM_{GR}	Irrelevante por ser fijo
Padre/GR	P/GR	$CM_{P/GR}$	$\sigma^2 + 2,88\sigma^2_{v/p/gr} + 26\sigma^2_{p/gr}$
Vaca/P/GR	V/P/GR	$CM_{V/PGR}$	$\sigma^2 + 2,75\sigma^2_{v/p/gr}$
Año	A	CM_A	Irrelevante por ser fijo
Epoca	S	CM_S	Irrelevante
error	ϵ	CM_{ϵ}	σ^2_{ϵ}

G.L = grados de libertad, C.M = cuadrado medio,
E(C.M) = esperanza de los cuadrados medio.

En el modelo anterior, los efectos de las vacas dentro de padres, dentro de grupo racial, el efecto de los padres dentro de grupo racial y el error, se consideraron como aleatorios, los demás se consideraron como efectos fijos. Además, se utilizó una variante del modelo anterior (modelo 2) en que no se corregía por edad, así aparecía la edad como efecto fijo, con el fin de obtener h^2 y R para producción de leche solamente ajustada a 305 días de lactancia por razones comparativas. Esta variante, cuantificaba el efecto que tiene hacer ajustes sobre la estimación de parámetros genéticos.

Los objetivos de emplear el modelo 2 fueron los de caracterizar los grupos raciales para producción de leche y estimar índices de herencia (h^2) y de constancia (R) en todo

el hato. Para estimar h^2 y R se utilizaron los componentes de variancia relevantes (Cuadros 5, 6, 7, 8, 9 y los apéndices 11 y 12). Los procedimientos para obtener el índice de herencia fueron:

$$h^2 = \frac{4\sigma_p^2}{\sigma_{total}^2} = \frac{4\sigma_p^2}{\sigma_{p/gr}^2 + \sigma_{v/p/gr}^2 + \sigma_e^2} \dots\dots\dots (2)$$

donde:

h^2 = Índice de herencia,

$\sigma_{p/gr}^2$ = componente de variancia de los padres de vacas dentro de grupo racial,

$\sigma_{v/p/gr}^2$ = componente de variancia de las vacas dentro de padre y dentro de grupo racial,

σ_e^2 = cuadrado medio del error.

Mientras que para la estimación del índice de constancia (R) fue :

$$R = \frac{\sigma_v^2}{\sigma_{total}^2} = \frac{\sigma_v^2}{\sigma_{p/gr}^2 + \sigma_{v/p/gr}^2 + \sigma_e^2} \dots\dots\dots (3)$$

donde: R = índice de constancia,

Los errores estándar de h^2 (σ_{H^2}) y R (σ_R) se calcularon mediante las siguientes fórmulas:

$$\sigma_{h^2} = \sqrt[4]{\frac{2(1-t)^2 (1 + (k-1)t)^2}{k(k-1) (S-1)}} \dots\dots(4), \text{Becker (1975)}$$

donde:

S = número de padres,

$t = 1/4 h^2$

k = número promedio de hijas por padre.

$$\sigma_R = \sqrt{\frac{2(m-1) (1-R)^2 (1 + (k-1)R)^2}{k^2 (m-N) (N-1)}} \dots\dots (5), \text{Becker (1975)}$$

donde:

R = índice de constancia,

m = número total de registros (lactancias),

N = Número de individuos (vacas),

k = número promedio de lactancias por vaca.

Además del modelo 2 también se utilizó otro modelo (modelo 3) considerando solo registros del Pardo Suizo (Grupo Racial 1) con fines de estimar también (h^2) y (R) en solo esta raza. Esto permite tener idea sobre la influencia que tienen los posibles efectos genéticos no aditivos (heterocigóticos) sobre la estimación de h^2 obtenida de todo el hato. El modelo fué:

$$3) \quad P_{305LE} = \mu + P_i + V_{j(i)} + S_k + A_l + \epsilon_{ijklm}$$

donde:

los símbolos representados en el modelo, tienen el mismo significado que los descritos en el modelo 2, pero en este caso, los años comprendidos fueron de 1976 hasta 1984.

El modelo 3 tiene el análisis de varianza descrito en el cuadro 6.

Cuadro 6 Análisis de varianza y componentes de variancia para estimar (h^2) para P305LE del grupo Pardo Suizo (modelo 3).

Fuente Variación	G.L	C.M	E(C.M)
Padres (P)	50	CM_P	$\sigma^2_{\epsilon} + 2,04 \sigma^2_{v/p} + 23,29 \sigma^2_p$
Vacas/P (V/P)	626	$CM_{V/P}$	$\sigma^2_{\epsilon} + 2,23 \sigma^2_{v/p}$
Epoca (S)	1	CM_S	Irrelevante
Año (A)	8	CM_A	Irrelevante
error (ϵ)	828	CM_{ϵ}	σ^2_{ϵ}

El modelo 3 fué también empleado sobre los registros de producción de leche, corregida solamente por el largo de lactancia, incluyendo sin embargo el efecto de la edad de la vaca al parto como un efecto fijo. El objetivo de realizar este análisis fue cuantificar el efecto que tiene hacer ajustes sobre la estimación del índice de herencia.

3.5.1.2 Producción de leche en la primera

lactancia

Como uno de los objetivos de este estudio fué el de estimar parámetros genéticos para la producción de leche en la primera lactancia, se empleó el siguiente modelo:

$$4) \quad PL_{1l} = \mu + GR_i + P_j(i) + S_k + A_l + D_m + \epsilon_{ijklm}$$

donde:

PL_{1L} = producción láctea de la primera lactancia

ajustada a 305 días,

μ = media general de todas las observaciones si hubieran datos balanceados,

GR_i = efecto fijo del i -ésimo grupo racial ($i = 1, 2$ y 3),

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

S_k = efecto fijo de la k -ésima época de parto ($k = 1$ y 2),

A_l = efecto del l -ésimo año de parto ($l = 71, 72, \dots, 84$),

D_m = efecto fijo de la m -ésima edad de parto ($m = 2, 3$ y 4),

ϵ_{ijklmn} = error asociado con cada una de las observaciones.

Este es un modelo mixto en que el efecto del padre dentro del grupo racial y el error, son aleatorios, considerándose los demás como efectos fijos. El mismo modelo sin incluir grupo racial, fué considerado para analizar y estimar h^2 para producción de leche de la primera lactancia, considerando solo las vacas Pardo Suizo. Para este grupo los años de parto correspondían de los años 1976 hasta 1984. El análisis de varianza y los componentes de variancia del modelo 4, se pueden apreciar en el Cuadro 7.

Cuadro 7 Análisis de varianza y componentes de variancia para estimar h^2 para producción de leche en primera lactancia (PL1L) de todo el hato (modelo 4).

Fuente de variación		G.L	C.M	E(C.M)
Grupo Racial	(GR)	2	CM_{GR}	Irrelevante
Padres/G Racial	(P/GR)	91	$CM_{P/GR}$	$\sigma^2_{\epsilon} + 6,92 \sigma^2_{p/gr}$
Epoca de parto	(S)	1	CM_S	Irrelevante
Año de parto	(A)	13	CM_A	Irrelevante
Edad de parto	(D)	2	CM_D	Irrelevante
Error	(ϵ)	828	CM_{ϵ}	σ^2_{ϵ}

3.5.1.3 Período de lactancia, período seco, período abierto, período de gestación e intervalo entre partos

Para estudiar las influencias genéticas y no genéticas sobre el período de lactancia, período seco, período abierto, período de gestación e intervalo entre partos el siguiente modelo fue utilizado:

$$5) Y_{ijklmn} = \mu + GR_i + P_{j(i)} + V_{k(j,i)} + A_l + S_m + D_n + \epsilon_{ijklmno}$$

donde:

Y_{ijklmn} = cualquiera de las variables estudiadas: período de lactancia, período seco, período abierto, período de gestación e intervalo entre partos.

μ = media general de todas las observaciones si hubieran datos balanceados,

GR_i = efecto fijo del i -ésimo grupo racial ($i= 1, 2$ y 3),

$P_{j(i)}$ = efecto aleatorio del j -ésimo padre de la vaca anidado dentro del i -ésimo grupo racial,

$V_{k(j,i)}$ = efecto aleatorio de la k -ésima vaca, anidada dentro del j -ésimo padre, quien a su vez está anidado dentro del i -ésimo grupo racial,

A_l = efecto fijo del l -ésimo año de parto,

S_m = efecto fijo de la m -ésima época de parto ($m = 1$ y 2)

D_n = efecto fijo de la n -ésima edad de la vaca,

$\epsilon_{ijklmno}$ = error aleatorio asociado con cada una de las observaciones.

Para algunas variables se incluyeron las interacciones de relevancia. Por ejemplo, la interacción entre GR y S fué incluida en el análisis para el período de lactancia; Gr x D para el período seco. Para todos los caracteres se hicieron estimaciones de h^2 y R así como las constantes para las clases de grupo racial, empleando las fórmulas 2, 3, 4 y 5. Cabe señalar que otras variables no se incluyeron solo después de ver que no eran importantes en los análisis preliminares.

El mismo modelo fue empleado, para analizar registros de solamente Pardo Suizo nada más que para este fin se eliminó el grupo racial como fuente de variación. El objetivo de esto, al igual que antes, era para comparar los parámetros genéticos estimados en el Pardo Suizo con los obtenidos en todo el ható cuya composición genética incluye también cruces. El análisis de varianza para el modelo 5 se presenta en el Cuadro 8 y es similar para todas las características, dependiendo de la fuente de variación utilizada, en este caso la característica presentada es intervalo entre partos para todo el ható.

Cuadro 8 Análisis de varianza y componentes de variancia para estimar h^2 y R para el intervalo entre partos de todo el hato.

Fuente de variación	G.L	C.M	E(C.M)
Grupo Racial (GR)	2	CM_{GR}	Irrelevante
Padres/GRacial (P/GR)	89	$CM_{P/GR}$	$\sigma^2_{\epsilon} + 2,5\sigma^2_{v/p/gr} + 19,3\sigma^2_{p/gr}$
Vacas/P/GR (V/P/GR)	843	$CM_{V/P/GR}$	$\sigma^2_{\epsilon} + 2,22\sigma^2_{v/p/gr}$
Año de parto (A)	10	CM_A	Irrelevante
Número de parto (N)	5	CM_N	Irrelevante
GR * N	8	CM_{GR*N}	
Error (ϵ)	1163	CM_{ϵ}	σ^2_{ϵ}

3.5.1.4 Edad al primer parto

El análisis para esta característica fué hecho utilizando el siguiente modelo:

$$6) Y_{ijklm} = \mu + GR_i + P_{j(i)} + M_k + A_l + \epsilon_{ijklm}$$

donde:

Y_{ijklm} = media general de todas las observaciones si hubieran datos balanceados,

GR_i = efecto fijo del i-ésimo grupo racial ($i= 1, 2$ y 3),

$P_{j(i)}$ = efecto aleatorio del j-ésimo padre anidado en el i-ésimo grupo racial,

M_k = efecto fijo del k-ésimo mes de nacimiento de las vacas ($k = 1, 2, \dots, 12$),

A_l = efecto fijo del l-ésimo año de nacimiento. / ($l = 69, 70, \dots, 82$),

ϵ_{ijklm} = error aleatorio asociado con cada una de las observaciones.

A partir de este modelo, se hicieron las estimaciones correspondientes de h^2 . El análisis de varianza para el modelo 6 se puede apreciar en el Cuadro 9.

Cuadro 9 Análisis de varianza y componentes de variancia para estimar h^2 de edad al primer parto de todo el hato (modelo 6).

Fuente de variación	G.L	CM	E(C.M)
Grupo Racial (GR)	2	CM_{GR}	Irrelevante
Padre/G Racial (P/GR)	91	$CM_{P/GR}$	$\sigma^2_{\epsilon} + 6,9 \sigma^2_{p/gr}$
Mes de nacimiento (M)	11	CM_M	Irrelevante
Año de nacimiento (A)	13	CM_A	Irrelevante
Error (ϵ)	792	CM_{ϵ}	σ^2_{ϵ}

Para fines de obtener las correlaciones genéticas (r_g) y fenotípicas (r_F), también se utilizó el modelo 5 nada más que la variable dependiente Y, esta vez incluyó casi todas las características estudiadas debido al hecho que se requieren hacer análisis de varianza y covarianza.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

En el presente trabajo fueron estudiadas la producción de leche (PL1L, PL305, P305LE), largo de lactancia, período seco, edad al primer parto, período abierto, período de gestación e intervalo entre partos, en ganado Pardo Suizo puro así como en todo el hato, el cual incluye, además de las vacas Pardo Suizo, cruces en las cuales se involucran éstas. A continuación se presentarán resultados y discusión caracter por caracter en forma separada.

4.1 COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO

4.1.1 Producción láctea

Análisis de mínimos cuadrados fueron realizados para estudiar los posibles efectos del grupo racial, sementales, vacas, edad de la vaca, época y año de parto y las posibles interacciones sobre la producción de leche utilizando el modelo 1. Posteriormente se utilizó el modelo 2 sobre PL305 ajustada por edad de la vaca al parto. En este análisis, la media de mínimos cuadrados para producción láctea corregida a 305 días (PL305) fué de 3457 ± 41 kg y de 3831 ± 53 kg por lactancia, ajustada a 305 días y por edad de la vaca (P305LE). La media de mínimos cuadrados de la producción de leche en primera lactancia, obtenida a través del modelo 4, fue de 2968 ± 117 kg (Cuadro 12). La producción láctea encontrada en este estudio, está dentro del ámbito reportado por diversos autores bajo condiciones tropicales. Bodisco et al (1968), reportaron producciones de 3198 ± 559 kg en cuatro lactancias consecutivas de ganado Pardo Suizo, corregidas a 305 días lo mismo que Verde (1979), en similar tipo de ganado con 3225 kg por lactancia. Igualmente Murillo (1982), en Honduras reportó 3441 kg en 805 lactancias de un hato Pardo Suizo, aunque con

Cuadro 10. Análisis de varianza de mínimos cuadrados para PL1L, PL305, P305LE, período de lactancia, período seco, edad al primer parto, período abierto, período de gestación e intervalo entre partos de todo el hato.

Fuente de variación	PL1L		PL305		P305LE		P lactancia		P seco		Edad 1P		P abierto		P gestación		IIP	
	G.L.	C.M.	G.L.	C.M.	G.L.	C.M.	G.L.	C.M.	G.L.	C.M.	G.L.	C.M.	G.L.	C.M.	G.L.	C.M.	G.L.	C.M.
Grupo racial	2	213146,8	2	264104,2	2	2553650,5	2	10172,4	2	8623,8	2	15097,4	2	18611,4**	2	81,9	2	60817,6**
Padre / G racial	91	574218,0*	-	-	101	1806605,6**	101	6271,3**	77	1556,3	91	13147,1**	77	3796,4	96	57,0**	89	4095,9
Vaca / padre/ G racial	-	-	-	-	1021	1153384,6**	1021	3686,2**	676	1414,0**	-	-	676	2837,5**	975	38,2**	843	3497,8**
Edad al parto	2	2023269,0**	8	23995990,6**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Año de parto	13	3663315,9**	13	8818879,4**	13	8508780,2**	13	23455,1**	9	9937,9**	-	-	9	5381,6*	9	120,9**	10	7705,6**
Epoca de parto	1	112258,7	1	131274,0	1	625803,6	1	16160,2**	-	-	-	-	1	1664,1	1	106,3*	-	-
Número de parto	-	-	-	-	-	-	7	11031,9**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mes de nacimiento	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	9302,2	-	-	-	-	-	-
Año de nacimiento	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	179044,0**	-	-	-	-	-	-
Gracial X edad	-	-	16	830215,5**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gracial X época	-	-	-	-	-	-	2	7990,3*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gracial X n. de parto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gracial X año	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	2888,1**	-	-	-	-	-	8	4419,7*
Error	800	418721,7	3084	428040,1	1986	551768,9	1984	2948,6	738	1006,1	792	8427,4	741	2641,8	1819	28,2	1163	3072,1

* (P<0.05)

** (P<0.01)

PL1L = Producción de leche de la primera lactancia

PL305 = Producción de leche ajustada a 305 días

P305LE = Producción de leche ajustada por la edad de las vacas

Edad 1P = Edad al primer parto

IIP = Intervalo entre partos

- = Cuando no fue estudiado o incluido en el modelo específico

lactancias promedio de 344 días, ajustadas a 305 días obtuvo 2966 ± 922 kg por lactancia. Esto permite apreciar que las producciones en Pardo Suizo o cruces con ellas pueden variar entre 2966 ± 922 hasta 3831 ± 53 . En el estudio, se consideraron como efectos ambientales la edad, la época y los años al igual que sus interacciones. El efecto de grupo racial, de los padres y de las vacas se consideraron como efectos genéticos.

Cuadro 12 Medias de mínimos cuadrados de todo el hato para las características en estudio.

Característica	N	Media \pm e.e
PL1L (kg)	910	2968 ± 117
PL305 (kg)	3125	3457 ± 41
P305LE (kg)	3125	3831 ± 53
Período lactancia (días)	3125	374 ± 3
Período seco (días)	1513	80 ± 1
Edad1P (días)	910	954 ± 10
Período abierto (días)	1513	158 ± 4
Período de gestación (días)	2908	$285,7 \pm 0,4$
Intervalo entre parto(días)	2121	442 ± 3

PL11 = producción de leche en la primera lactancia,

PL305 = producción de leche ajustada a 305 días,

P305LE = producción de leche ajustada a 305 días y por edad de la vaca.

4.1.1.1 Efectos ambientales

En los Cuadros 10 y 11 se presentan los resultados del análisis de varianza de mínimos cuadrados para producción de leche (modelos 1, 2 y 4). En estos cuadros se puede apreciar efectos significativos de edad, años e interacción entre grupo racial y edad ($P < 0.01$), no habiendo efecto significativo de época de parto. La falta del efecto de época sobre la producción de leche encontrada en el presente estudio, es similar a lo reportado por Benya et al, 1974 y Román et al 1976.

En el presente trabajo la falta del efecto de la época de parto puede ser debido a que durante la época seca (de seis meses) existe un amplio y eficiente sistema de riego aunado a altos niveles de suplementación utilizados. Esto posiblemente hace que la alimentación se mantenga casi constante a lo largo de todo el año, no afectándose así la producción de leche por causa de la época seca.

A) Efecto del año

Las medias de mínimos cuadrados y su error estándar para PL305, P305LE y PL1L de acuerdo al año de lactancia, se presentan en el Cuadro 13. En este cuadro se observa que en el año 1972 es cuando se alcanzan las mayores producciones de leche, obteniéndose 3925 ± 125 kg, 4460 ± 142 kg y 3682 ± 232 kg para PL305, P305LE y PL1L, respectivamente. Además, en este cuadro se nota una tendencia descendente a partir de 1981. Las variaciones observadas son netamente ambientales puesto que el efecto de año de lactancia es un efecto ambiental, en el que se incluye manejo, alimentación, sanidad, condiciones climáticas, etc. Influencias significativas del año de parto similares a lo encontrado en este trabajo fueron reportadas por varios autores (Verde, 1978; Viteri, 1979; Martínez, 1979) en hatos lecheros que incluían el ganado Pardo

Cuadro 11. Análisis de varianza de mínimos cuadrados para PL1L, PL305, P305LE, período de lactancia, período seco, edad al primer parto, período abierto, período de gestación, e intervalo entre partos del grupo Pardo Suizo puro.

Fuente de variación	PL1L		PL305		P305LE		P lactancia		P seco		Edad 1P		P abierto		P gestación		IEP		
	G.L.	C.M.	G.L.	C.M.	G.L.	C.M.	G.L.	C.M.	G.L.	C.M.	G.L.	C.M.	G.L.	C.M.	G.L.	C.M.	G.L.	C.M.	
Padres	49	635829,7*	50	1026404,6	50	1780588,8*	50	5974,1**	35	1475,3	46	7907,6	35	4714,3**	49	40,5	38	5550,1*	
Vacas dentro de padres	-	-	626	851339,8**	626	1231343,3**	626	3405,5**	395	1597,5**	-	-	-	395	2631,7**	640	37,6**	475	3720,8**
Edad de parto	2	1639100,3*	8	6442105,1**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Año de parto	8	4465550,6**	8	4684585,7**	8	8693318,4**	8	13368,2**	6	7916,4**	-	-	6	4493,1*	7	115,2**	6	5005,3	
Número de parto	-	-	-	-	-	-	6	4089,8	4	595,1	-	-	-	4	8009,7**	5	87,3**	4	15825,1**
Epoca de parto	1	191734,6	1	58346,1	1	1290,8**	1	42184,4**	1	5882,5*	-	-	1	714,9	1	15,5	1	13,3**	
Mes de nacimiento	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	10421,6	-	-	-	-	-	-	-
Año de nacimiento	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	70673,3**	-	-	-	-	-	-	-
Error	549	449100,5	820	421983,5	828	541598,1	820	2748,5	268	1136,2	485	6468,6	268	2436,9	964	30,4	397	3517,4	

* (P<0.05)

** (P<0.01)

PL1L = Producción de leche de la primera lactancia

PL305 = Producción de leche ajustada a 305 días

P305LE = Producción de leche ajustada por la edad de las vacas

Edad 1P = Edad al primer parto

IEP = Intervalo entre partos

- = Cuando no fue estudiado o incluido en el modelo específico

Suizo y sus cruces. Sin embargo, Maltos y Cartwright (1971) bajo condiciones del trópico húmedo no encontraron efecto significativo del año en la producción láctea de las razas Jersey y Criollo. El efecto de año de parto se dá por las condiciones climatológicas y de manejo diferentes que se producen en los años sucesivos, provocando las diferencias en las producciones anuales. Por lo tanto, cuando existen condiciones climatológicas y de manejo constantes, el efecto del año de parto puede carecer de importancia. El cuadro 13 dá una indicación clara que la raza Pardo Suizo y sus cruza tiene un potencial de producción sobre los 4000 kg por lactancia bajo condiciones tropicales, producciones que se lograron tanto en 1972 como en 1981.

Cuadro 13 Medias de mínimos cuadrados y su error estandar para PL305 y P305LE por año de parto.

Año Parto	N	PL305 (kg)	P305LE (kg)	PL11 (kg)
1971	31	3066 ± 57	3503 ± 179	2919 ± 279 (23) ^a
1972	48	3925 ± 125	4460 ± 142	3682 ± 232 (22)
1973	97	3183 ± 94	3561 ± 106	2523 ± 212 (29)
1974	176	3486 ± 75	3838 ± 84	2978 ± 190 (76)
1975	200	3496 ± 70	3818 ± 80	3021 ± 188 (51)
1976	194	3489 ± 68	3796 ± 82	3042 ± 219 (32)
1977	217	3587 ± 64	3907 ± 79	2859 ± 174 (78)
1978	232	3577 ± 62	3898 ± 78	3085 ± 167 (74)
1979	259	3322 ± 60	3572 ± 77	2618 ± 176 (102)
1980	296	3490 ± 58	3827 ± 76	2898 ± 196 (68)
1981	290	3871 ± 70	4266 ± 79	3568 ± 197 (90)
1982	330	3571 ± 59	3966 ± 78	3058 ± 212 (89)
1983	524	3371 ± 55	3790 ± 76	2777 ± 224 (108)
1984	231	2963 ± 68	3426 ± 97	2530 ± 225 (68)

N = número de observaciones para PL305 y P305LE,

^a = número de observaciones para PL11.

B) Edad de la vaca

El cuadro 4 muestra la PL305 por edad de la vaca al parto. La edad es una importante fuente de variación ($P < 0.01$) sobre PL305 (Cuadro 10). En el Cuadro 4 se puede apreciar que la producción de leche aumenta conforme avanza la edad de las vacas, hasta llegar a los 7 años, donde alcanzan los 3792 ± 55 kg, para luego disminuir. El efecto de la edad sobre la producción de leche ha sido señalado por diferentes autores. Bejarano (1979) trabajando en el hato Criollo de Turrialba, encontró una influencia relativa del 62%, de la edad sobre la producción de leche. Igualmente Schneeberger et al, (1982), en la raza Jamaica Hope cuantificaron el efecto de la edad sobre la producción láctea en 8819 lactancias, determinando que la variación en la producción es atribuible en un 13% a la edad. En el presente estudio, el aumento en la producción de los 2 a los 7 años de edad alcanzó los 1113 kg, lo que corresponde a un incremento del 41%. Resultados similares fueron reportados por Bodisco et al (1968) en Venezuela, aunque el incremento de las vacas Pardo Suizo fué del 22%, alcanzado en el cuarto parto que correspondería a los 6-7 años de edad. Asimismo Verde (1978), encontró en un hato de 139 vacas mestizas Pardo Suizo que alcanzaban su pico de producción en la cuarta lactancia, con un 33% sobre la primera. La tendencia a una mayor producción de leche hasta llegar a los 7 años, para luego declinar, es explicable, porque es hasta esa edad que las vacas alcanzan su madurez física completa. Como se señaló anteriormente, una de las razones de emplear el modelo 1 fué para generar las medias para cada clase de edad de las vacas si éste, fuera un efecto importante. Como lo fué, se procedió a realizar ajustes hacia los siete años de edad de las vacas (Cuadro 4) para así remover un efecto ambiental de la variabilidad total en PL305. El objetivo de esto, fue para mejorar la estimación de los parámetros genéticos así como valoraciones genéticas de los individuos. La importancia y

consecuencias de realizar ajustes han sido descritos por Shelton y Campbell (1968), en cuanto se refiere a parámetros genéticos.

En el Cuadro 10 se puede apreciar el efecto significativo de la interacción entre el grupo racial y la edad de las vacas sobre la producción láctea ($P < 0.01$) como consecuencia del modelo 1. Esta interacción se demuestra en el Cuadro 3A y en la Figura 1, donde se puede ver que las vacas Pardo Suizas alcanzaron su máxima producción a los 7 años de edad con 3914 ± 106 kg, luego las 50% Pardo Suizo lograron su pico de producción a los 8 años (4014 ± 124 kg) y las 75% Pardo Suizo consiguieron su máxima producción a los 9 años con 3961 ± 109 kg, se puede apreciar además que los niveles de producción de 7, 8 y 9 años de edad no son diferentes entre ellos pero a la vez señala que la raza especializada Pardo Suizo alcanza el pico de producción antes de las cruzadas y que esto se debe a que las vacas puras Suizas tienen la edad al primer parto antes que las vacas cruzadas, lo que resultaría en una mayor productividad total. En el Cuadro 14 se puede apreciar que las vacas que paren a los 2 años son las que producen mayor cantidad de leche por vida productiva, alcanzando casi los 10 mil kg, mientras que las que empiezan su vida productiva a los 3 años no llegan a los 9 mil kg. Esta diferencia la logran las vacas que empiezan a producir a los 2 años porque alcanzan un mayor número de lactancias de por vida ($3,86 \pm 1,7$ vs. $2,66 \pm 1,6$), puesto que como se puede observar en el mismo Cuadro 14 las que paren a los 3 años producen mayor cantidad de leche por lactancia.

Se aprecia que las vacas que paren a los dos años, alcanzan su mayor producción al sexto parto con 4008 ± 955 kg mientras que las que parieron a los tres años mostraron su mayor producción en el octavo parto con 4308 ± 882 kg aunque con solamente cinco observaciones.

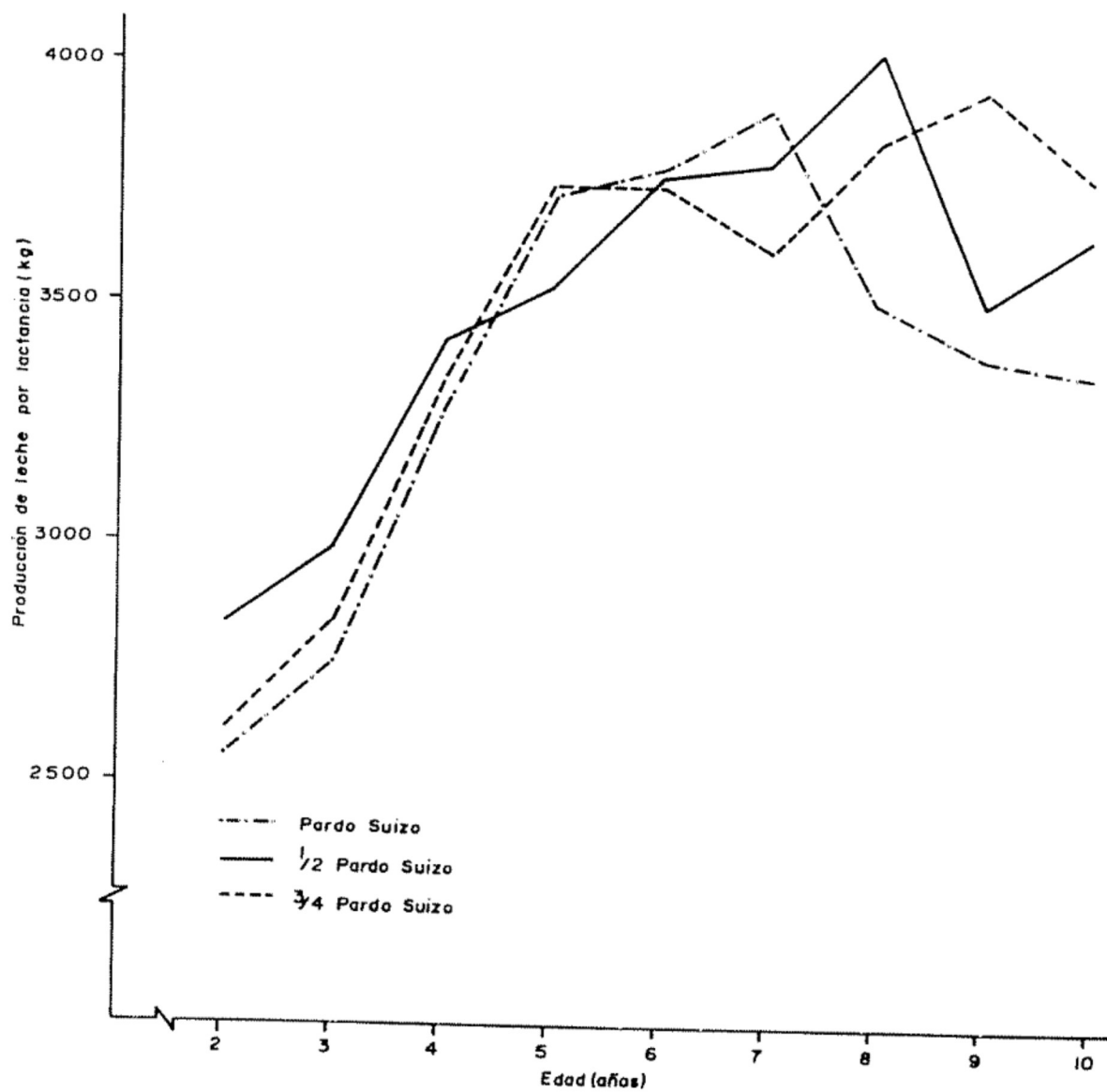


Fig 1. Producción de leche por lactancia según la edad en los diferentes Grupos Raciales

Cuadro 14. Comportamiento productivo de por vida de vacas que empezaron a producir a los 2 y a los 3 años, en todo el hato.

Variables	Edad en la primera lactancia	
	2 años	3 años
PL305/por vida (kg)	9942 ± 6589 (443)	8822 ± 6675 (507)
No. de lactancias	3,86 ± 1,7 (443)	2,66 ± 1,6 (507)
Parto no. 1 (kg)	2601 ± 664 (443)	2770 ± 755 (507)
Parto no. 2 (kg)	3269 ± 800 (317)	3335 ± 777 (342)
Parto no. 3 (kg)	3780 ± 802 (253)	3722 ± 924 (225)
Parto no. 4 (kg)	3686 ± 857 (175)	3932 ± 892 (127)
Parto no. 5 (kg)	3555 ± 903 (99)	4025 ± 912 (85)
Parto no. 6 (kg)	4008 ± 955 (38)	3763 ± 990 (43)
Parto no. 7 (kg)	3819 ± 660 (20)	4078 ± 748 (16)
parto no. 8 (kg)	3355 ± 1110 (9)	4308 ± 882 (5)

Los resultados obtenidos aquí, son similares a los obtenidos por Bejarano (1979) con 4 grupos raciales (Criollo, Jersey, Criollo x Jersey = F_1 y Ayrshire x F_1), en Turrialba. En este último estudio el grupo Jersey obtuvo su máxima producción al 5to. parto (correspondiente a los 7 años), las cruas Ayrshire * F_1 y Criollo * Jersey alcanzaron su pico de producción al 6to. parto (8 años) y el Criollo al 8avo. parto (10 años). Las mayores producciones correspondieron a las cruas. Estos resultados, son explicables por la mayor precocidad de las razas lecheras europeas (Torres, 1972; Alvarez, 1975), que al empezar a producir antes, alcanzan más rápido su pico de producción.

4.1.1.2 Efectos genéticos

Los efectos genéticos considerados en el presente estudio incluyen los de grupo racial (por lo menos 50% Pardo Suizo,

75% Pardo Suizo y Pardo Suizo puras), padres y las vacas . En el Cuadro 10 se presenta el análisis de varianza de mínimos cuadrados para PL305 y P305LE como resultados de los modelos 1 y 2. En esta tabla se puede apreciar que los efectos de los padres y la variabilidad entre las vacas fueron fuentes importantes de variación ($P < 0.01$) en PL305 y P305LE. El efecto del grupo racial no resultó ser fuente importante de variabilidad en PL305 y P305LE. Sin embargo, para tener idea sobre la posible tendencia que existe en producción de leche cuando se trabaja con cruces y con animales de razas puras como en este caso Pardo Suizo, se presentan las medias de mínimos cuadrados y su error estandar para PL305 y P305LE por grupo racial en el Cuadro 15. En este cuadro, aunque las diferencias entre grupos raciales no son importantes (Cuadro 10), señalan la tendencia positiva que existe al explotar vacas cruzadas en comparación con vacas de razas puras bajo las condiciones tropicales de Nicaragua como es el presente caso.

Cuadro 15 Medias de mínimos cuadrados y su error estandar estandar por grupo racial para PL305 y P305LE y las diferencias entre grupos raciales.

Grupo Racial	N	PL305	P305LE
Pardo Suizo (PS)	1514	3379 ± 103	3744 ± 103
75 % P.S (3/4PS)	1199	3495 ± 41	3828 ± 79
50 % P.S (1/2PS)	412	3496 ± 63	3921 ± 99
3/4 - PS		116 ± 62	84 ± 24
1/2PS - PS		117 ± 40	177 ± 4
1/2PS - 3/4PS		1 ± 22	93 ± 20

Cuadro 16. Medias de mínimos cuadrados por grupo racial para las diferentes características en estudio

CARACTERISTICA	PARDO SUIZO	3/4 PARDO SUIZO	1/2 PARDO SUIZO
PL1L (kg)	2929 ± 78 (552)	2929 ± 75 (274)	3047 ± 116 (84)
PL305 (kg)	3379 ± 103 (1514)	3495 ± 41 (1199)	3496 ± 63 (412)
P305LE (kg)	3744 ± 103 (1514)	3828 ± 79 (1199)	3921 ± 99 (412)
Per. Lactancia (días)	377 ± 12 (1514)	377 ± 7 (1199)	368 ± 6 (412)
Per. Seco (días)	93 ± 2 (710)	84 ± 1 (690)	78 ± 4 (113)
Edad 1 P (días)	949 ± 7 (552)	942 ± 7 (274)	971 ± 15 (84)
Per. Abierto (días)	171 ± 7 (710)	156 ± 4 (690)	146 ± 7 (113)
Per. Gestación (días)	285.3 ± 0.63(1667)	286 ± 0.4(1082)	285.8 ± 0.8 (159)
IEP (días)	463 ± 6 (992)	440 ± 2 (884)	422 ± 6 (315)

Tendencias similares a las encontradas en el presente trabajo fueron obtenidas por Negrón (1974), en el trópico húmedo de Costa Rica aunque con menores producciones, 2327 ± 1234 kg para las Pardo Suizo y 2741 ± 1125 kg en las 50% Pardo Suizo. Igualmente Viteri (1979) en El Salvador obtuvo las mayores producciones en el grupo racial que tenía 50% Pardo Suizo (2816 ± 689 kg), seguido por el grupo que tenía 75% (2723 ± 672 kg) y luego el Pardo Suizo puro (2618 ± 710 kg). Esto, difiere un poco de lo obtenido por Martínez (1979), también en El Salvador, quien reportó producciones de 2238, 2208 y 2209 kg por lactancia, para las Pardo Suizo, 75% Pardo Suizo y 50% Pardo Suizo, respectivamente.

La superioridad en PL305 y P305LE de las vacas cruzadas sobre las vacas puras probablemente es un efecto de heterosis aunque los niveles de producción de las vacas 50% y 75% Pardo Suizo para PL305 son prácticamente iguales. Sin embargo, las diferencias entre las cruzadas y las vacas Pardo Suizo (Cuadro 16) apuntan hacia el incremento en la producción de leche que se puede lograr a través de un sistema de cruzamiento en los trópicos aprovechando germoplasmas locales como por ejemplo Criollo. Por otro lado, estas observaciones ponen en duda la factibilidad de usar vacas pertenecientes a razas especializadas como es la Pardo Suizo bajo condiciones tropicales, para resolver problemas de producción de leche. En el Cuadro 16 se puede apreciar la superioridad del ganado 50% Pardo Suizo, en la mayoría de las características bajo estudio.

Utilizando los modelos 2 y 3 se generaron los componentes de variancia correspondiente a los padres de las vacas y a las vacas mismas (Cuadros 4A y 5A). Estos componentes fueron utilizados para estimar el índice de herencia (h^2) y de constancia (R) para P305LE de todo el hato así como para Pardo Suizo separado, a partir de los procedimientos señalados en la parte de materiales y métodos del presente estudio.

Los valores de h^2 para PL305 y P305LE en Pardo Suizo fueron $0,06 \pm 0,05$ y $0,12 \pm 0,06$ respectivamente, mientras estos fueron $0,09 \pm 0,04$ y $0,13 \pm 0,04$ en todo el hato (Cuadro 17). De estos valores salen a la luz dos puntos muy importantes. El primero es que tanto en Pardo Suizo puro como en todo el hato, el efecto del ajuste por edad de la vaca al parto significa un aumento en h^2 de alrededor del 100% en ganado puro y 40% en todo el hato. La ignorancia al hacer ajustes por algunos efectos ambientales importantes, como en este caso, la edad de la vaca al parto, fácilmente puede cubrir el componente genético aditivo y así dar apreciaciones genéticas equivocadas de los individuos reproductores. El segundo punto a mencionar es que los h^2 tanto en Pardo Suizo como en todo el hato, son muy similares: $0,06 \pm 0,05$ y $0,09 \pm 0,04$ para PL305 y $0,12 \pm 0,06$ y $0,13 \pm 0,04$ para P305LE respectivamente, en Pardo Suizo y todo el hato. Si se considera que los grupos raciales dos (75% Pardo Suizo) y tres (50% Pardo Suizo) tienen algún grado de heterocigosidad y es donde hay mayores posibilidades de efectos genéticos no aditivos principalmente de dominancia y epistasis, se puede apreciar que su efecto sobre las estimaciones de h^2 no son importantes, por lo menos en el hato considerado en el presente estudio. Dillard et al, (1980) trabajando con ganado de carne (Angus, Charolais y Hereford) concluyeron que la epistasis como componente genético no aditivo no constituye un efecto importante que explique la diferencia entre grupo racial hasta el destete.

Haciendo ahora comparaciones entre el valor de h^2 para P305LE obtenido en el presente estudio considerando todo el hato y algunos valores reportados por diferentes autores se puede observar que este es similar a algunos y está por debajo de otros reportados. Por ejemplo, Martínez (1979), en un hato de 50% Pardo Suizo y Magofke (1964), en un hato Criollo lechero reportaron h^2 de $0,13 \pm 0,26$ y $0,16 \pm 0,07$,

Cuadro 17. Índices de herencia (h^2) y constancia (R) y sus respectivos errores estándar para las características estudiadas.

Característica estudiada	Índice de herencia (h^2)		Índice de constancia (R)
	Pardo Suizo	Todo el ható	
PL1L	0,19 ± 0,10 (610) ^a	0,20 ± 0,09 (910)	No relevante
PL305	0,06 ± 0,05 (1514)	0,09 ± 0,04 (3125)	0,24 ± 0,02 (3125)
P305LE	0,12 ± 0,06 (1514)	0,13 ± 0,04 (3125)	0,28 ± 0,02 (3125)
Período de lactancia	0,14 ± 0,07 (1514)	0,12 ± 0,04 (3125)	0,08 ± 0,02 (3125)
Período seco	0,00 ± 0,00 (710)	0,01 ± 0,05 (1513)	0,17 ± 0,04 (1513)
Edad primer parto	0,11 ± 0,11 (522)	0,03 ± 0,10 (910)	No relevante
Período abierto	0,21 ± 0,16 (710)	0,09 ± 0,07 (1513)	0,04 ± 0,04 (1513)
Período de gestación	0,01 ± 0,04 (1667)	0,09 ± 0,04 (2908)	0,11 ± 0,02 (2908)
Intervalo entre partos	0,11 ± 0,10 (922)	0,03 ± 0,04 (2121)	0,06 ± 0,03 (2121)

^aNúmero de observaciones

PL1L = Producción de leche en primera lactancia

PL305 = Producción de leche ajustada a 305 días

P305LE = Producción de leche ajustada a 305 días y por edad de la vaca

respectivamente para producción de leche. El primer valor puede ser muy cercano a cero por contar con un error estándar dos veces del estimador. En el segundo trabajo, la estimación fué hecha utilizando la regresión madre-hijas dentro de toros. Por otro lado otros investigadores reportaron h^2 superiores a los obtenidos en el presente estudio. Perozo (1971), trabajando con un hato Holstein en Guatemala obtuvo h^2 de 0,29, mientras que Katpatal (1982) reportó valores hasta de 0,63 en la raza Gir. Asimismo, Deshpande y Bond (1983), reportaron h^2 de $0,39 \pm 0,02$ para producción de leche corregida a los 300 días de lactancia en cruces entre Holstein y Sahiwal, al igual que De Alba y Kennedy (1985), quienes obtuvieron h^2 de 0,28 para producción de leche en ganado Criollo bajo condiciones del trópico húmedo en Turrialba.

La semejanza de los valores de h^2 para producción de leche en la primera lactancia (PL1L) en Pardo Suizo y todo el hato puede atribuirse a las posibles razones anteriormente indicadas. Además es interesante observar en el Cuadro 17 la superioridad de los valores de h^2 para PL1L que para P305LE ($0,19 \pm 0,10$ vs $0,12 \pm 0,06$ en Pardo Suizo y $0,20 \pm 0,09$ vs $0,13 \pm 0,04$ en todo el hato). Una de las razones porque la h^2 para PL1L es mayor que P305LE se debe a que en PL1L todavía no hay variabilidad ambiental tan grande que pueda reducir la estimación de h^2 . Esta superioridad en h^2 en parte sugiere la posibilidad de ejercer selección con base en el comportamiento de la vaca en su primer lactancia con mayor eficiencia.

Valores de h^2 para PL1L superiores a los encontrados en el presente trabajo han sido reportados por varios autores en el trópico (Bodisco et al, 1971; Morales, 1972; Benya et al, 1974), los cuales oscilan entre 0,20 y 0,48. Sin embargo, Morales (1972) trabajando con un hato Guernsey en Costa Rica, reportó h^2 de 0,19 para PL1L similar al encontrado en el presente estudio. Cabe mencionar que en todos los trabajos

mencionados, se mantiene la tendencia de que la h^2 para la producción en la primera lactancia sea mayor que la h^2 para las producciones de lactancias posteriores.

Utilizando los componentes de variancia de las vacas (Cuadros 4A y 5A) obtenidos a partir del modelo 2, se estimó R, el cual fué de $0,24 \pm 0,02$ para PL305 y de $0,28 \pm 0,02$ para P305LE. Al igual que en el caso de h^2 , aquí también se puede apreciar el efecto que tiene el ajuste de la vaca por edad al parto. Este ajuste significó un aumento de 17% en R. Martínez (1979) reportó valores de $0,17 \pm 0,09$, $0,24 \pm 0,12$ y $0,32 \pm 0,13$ para producción de leche en un hato Pardo Suizo cuya composición genética era similar a la del presente trabajo. Tanto Bodisco et al (1971) en un hato Pardo Suizo de Venezuela, como Negrón (1974) en un hato de 7 grupos raciales en Costa Rica, obtuvieron un valor de R de $0,32 \pm 0,03$ para la producción de leche. Otros autores han reportado valores muy superiores a los encontrados en el presente trabajo. Por ejemplo Perozo (1971) y Schneeberger et al (1982) reportaron R de 0,46 y 0,77, respectivamente. Los últimos autores trabajaron con la raza Jamaica Hope. Esto demuestra la gran variabilidad existente entre vacas bajo las condiciones tropicales para la producción de leche. El índice de constancia sirve como criterio de selección de vacas como para establecer una política de desecho en la generación actual de un hato. Además sirve para predecir la productividad total de las vacas reproductoras. La política de desecho de vacas así como hacer predicciones de productividad total de las vacas en la generación actual, puede tener alcance en influir el comportamiento de un hato en la generación siguiente (Turner y Young, 1969).

4.1.2. Período de lactancia

A través del análisis de mínimos cuadrados se estudiaron los posibles efectos del grupo racial, de los padres, las vacas, época, número de parto, año y el efecto de la interacción grupo racial por época, sobre la longitud de lactancia. En este análisis, el promedio del largo de lactancia fue de 374 ± 7 días (Cuadro 12). El período de lactancia encontrado en este estudio, es algo superior a lo reportado por diversos autores bajo condiciones tropicales. Bodisco et al (1971), reportaron 318 días en 1046 lactancias de ganado Pardo Suizo, mientras Salazar y Huertas (1976), en el mismo tipo de ganado en Colombia, encontraron un período de lactancia de 276 días. Combellas et al (1981), en ganado Holstein de tres regiones y sistemas diferentes de manejo en Venezuela, reportaron períodos de lactancia que van de 212 ± 8 a 341 ± 53 días. De los efectos en estudio, la época, año y número de parto se consideraron como efectos ambientales, mientras que el grupo racial, los padres de las vacas y las vacas se consideraron como efectos genéticos.

4.1.2.1 Efectos Ambientales

En el Cuadro 10 se presenta el análisis de varianza de mínimos cuadrados para el período de lactancia (modelo 4). En este cuadro se puede apreciar los efectos significativos del año de parto, número de parto ($P < 0.01$) y época de parto ($P < 0.10$).

Las medias de mínimos cuadrados y su error estandar para el período de lactancia de acuerdo al año, se presentan en el Cuadro 18, donde se puede apreciar que en el año 1971 es cuando se alcanzaron los períodos mayores de lactancia, obteniéndose 460 ± 26 días y en 1984 fue 274 ± 21 días en lactancia, estas diferencias se consideran netamente ambientales.

Cuadro 18 Media de mínimos cuadrados por año para el período de lactancia y período seco.

AÑO	Período de Lactancia		Período Seco	
	N	media(M.C.y e.e)	N	media(M.C.y e.e)
μ	3125	374 \pm 7	1513	85 \pm 1
1971	31	460 \pm 26	--	--
1972	48	437 \pm 22	--	--
1973	97	438 \pm 18	--	--
1974	176	419 \pm 14	43	62 \pm 8
1975	200	413 \pm 11	113	58 \pm 4
1976	194	416 \pm 9	134	83 \pm 4
1977	217	385 \pm 8	159	75 \pm 5
1978	232	344 \pm 8	184	93 \pm 4
1979	259	357 \pm 9	148	90 \pm 3
1980	296	351 \pm 11	122	78 \pm 4
1981	290	331 \pm 14	125	103 \pm 4
1982	330	312 \pm 16	200	111 \pm 4
1983	524	300 \pm 18	285	99 \pm 4
1984	231	295 \pm 6	--	--

Murillo (1982) reportó efecto significativo de año para el largo de lactancia, aunque Magofke (1964) no encontró significancia para año ni para la época de parto sobre el largo de lactancia. Igualmente Sharma *et al.*, (1981) no encontraron significancia de año y época para el primer período de lactancia, aunque notaron una tendencia al alargamiento de este período en las vacas que empezaron a lactar en la época seca. En el presente estudio, en la época seca (noviembre-abril) lactaron durante 378 ± 7 días, mientras que en la época lluviosa promediaron 370 ± 7 días en lactancia (Cuadro 16). Los efectos de año son siempre explicables por la variabilidad que existe de un año a otro tanto en las condiciones climatológicas, como en el manejo que se da al hato.

Cuadro 19 Medias de mínimos cuadrados y su error estandar para el período de lactancia por época de parto .

Epoca	N	Período de Lactancia
mayo-octubre	1626	370 ± 7
nov.-abril	1499	378 ± 7

4.1.2.2 Efectos genéticos

En el Cuadro 10 se puede observar que los padres de las vacas y las vacas, fueron fuente importante de variación ($P < 0.01$) sobre el período de lactancia, no así el grupo racial. La falta del efecto de grupo racial sobre el período de lactancia puede apreciarse en el Cuadro 16. Diversos autores han señalado esta tendencia en mayor o menor grado. Buvanendran (1977), en Sri Lanka obtuvo 340 ± 78 días de lactancia en ganado Ayrshire, mientras que en las cruces Jersey con Red Sindhi se obtuvieron períodos de lactancia de

295 \pm 62 y 264 \pm 118 días. Asimismo Wilkins (1984), en Bolivia, trabajando con vacas Pardo Suizo obtuvo 301 \pm 15 días de largo de lactancia y 290 \pm 24 días para las Pardo Suizo cruzadas con Criollo. Esta tendencia es explicable por el alto grado de especialización del ganado lechero europeo, que al cruzarse con razas Cebuinas o Criollas sufre una notoria depresión del período de lactancia. En el presente estudio, las vacas 50% Pardo Suizo tuvieron, en sus inicios, un importante componente Criollo y es ampliamente aceptado por diversos autores (Magofke, 1964; Bodisco, 1968) la dificultad que presentan las vacas de esta raza para llegar a los 300 días de lactancia. Bodisco y Abreu (1981), en una revisión de todas las razas Criollas aún existente en América Latina, encontraron que solamente en la raza Criolla Caracú del Brasil se han registrado lactancias de 300 días. También en el cuadro 5A se nota un efecto significativo ($P < 0,01$) de la interacción entre el grupo racial y la época de parto, notándose que se alarga más el período de lactancia en la época seca (noviembre-abril) en los grupos raciales Pardo Suizo y 3/4 Pardo Suizo, sucediendo lo contrario con el grupo racial 1/2 Pardo Suizo. Esto, posiblemente se debe a un efecto de interacción genotipo por medio ambiente; en que el grupo de 50% Pardo Suizo mostraron una respuesta diferente a la época de sequía (Cuadro 20), implicando que se requiere poner mayor atención de manejo para este grupo racial durante el período seco.

Por otro lado, se corrobora la mayor sensibilidad del ganado con menor especialización de producción de leche (1/2 Pardo Suizo) hacia las condiciones ambientales adversas (época seca), lo que resulta en un acortamiento del período de lactancia de este genotipo.

Cuadro 20 Medias de mínimos cuadrados de la interacción grupo racial-época para el período de lactancia.

G.Racial	Epoca	N	medias(M.C y e.e)
Pardo Suizo	nov-abril	809	385 ± 10
Pardo Suizo	mayo-oct.	705	369 ± 10
3/4 P.Suizo	nov-abril	597	384 ± 6
3/4 P.Suizo	mayo-oct.	602	371 ± 6
1/2 P.Suizo	nov-abril	220	365 ± 7
1/2 P.Suizo	mayo-oct.	192	370 ± 8

Utilizando los componentes de variancia de los padres, las vacas y el error (Cuadros 4A y 5A, se obtuvieron las estimaciones de h^2 y R para el período de lactancia.

En el presente trabajo el índice de herencia (h^2) para el período de lactancia, fue de $0,14 \pm 0,07$ y $0,12 \pm 0,04$ (Cuadro 17) en Pardo Suizo y en todo el hato, respectivamente. Este valor es similar al reportado por Magofke y Bodisco (1966), en el ganado Criollo de Maracay ($h^2 = 0,125$) para la misma característica. Aunque otros autores han encontrado valores más bajos de h^2 para esta característica. Entre los cuales Bodisco y Abreu (1981), apenas obtuvieron un valor de 0,009 en ganado Criollo, mientras que Deshpande y Bonde (1983) reportaron $0,015 \pm 0,010$ para h^2 del período de lactancia. El índice de constancia (R) para largo de lactancia, fue de $0,082 \pm 0,02$ (Cuadro 14). Valores de R superiores que los encontrados aquí han sido reportado por algunos autores. Por ejemplo, Magofke y Bodisco (1966), reportaron un R de 0,365 en ganado Criollo al igual que Magofke et al (1966), reportaron R de 0,458 en el mismo tipo de ganado que el anterior para la

duración de la lactancia. En el presente estudio se puede observar que la estimación de h^2 es mayor que la estimación de repetibilidad para este mismo carácter (Cuadro 17). Esto es contrario a lo normalmente esperado (Turner y Young, 1969; Falconer, 1980). Una razón posible para ésto, podría ser que el valor de R esté afectado debido a la presencia de algunos términos negativos de covarianzas que se suponían no existían, además de que el largo de lactancia como propiedad de la vaca es propio predecible en base a un registro o sea la relación entre los registros para el largo de lactancia es muy bajo.

4.1.3 Período seco

Se estudiaron los posibles efectos del grupo racial, padres, vacas, época, número de parto, año y el efecto de la interacción entre el grupo racial y el año sobre el período seco, a través de análisis de mínimos cuadrados. En este análisis, el promedio de período seco fue de 85 ± 1 días. El período seco encontrado en este estudio concuerda con los reportados en el trópico para el ganado lechero europeo. Narváez (1949), reportó un período seco de 83 días para ganado Jersey importado y 126 días para las Holstein importadas de Estados Unidos, en un estudio de 1158 lactancias de la zona tropical húmeda del canal de Panamá. Sadana y Basu (1981), obtuvieron valores de 85 ± 13 , 78 ± 11 y 90 ± 17 días para las razas Pardo Suizo, Holstein y Jersey, respectivamente, en la India. De los efectos estudiados en el presente trabajo, época, número de parto y año, se consideraron como efectos ambientales y el grupo racial, padres y vacas se consideraron como genéticos.

4.1.3.1 Efectos ambientales

En el Cuadro 10 se presenta el análisis de varianza de mínimos cuadrados para el período seco (modelo 4). En este cuadro se puede apreciar efecto significativo del año y de la

interacción entre grupo racial y año de parto ($P < 0,01$). Las medias de mínimos cuadrados y su error estandar para el período seco de acuerdo al año, se presentan en el Cuadro 18. En este cuadro se puede apreciar que existe una tendencia de aumento en período seco a lo largo de los años, siendo que en el año 1975 el período seco fue solamente de 58 días, alcanzando el máximo de 111 días en el año 1982.

Al igual que en el presente trabajo Sharma et al (1982), trabajando con ganado cruzado entre Holstein y Sahiwal en la India, reportaron efecto significativo del año sobre el período seco, no así de la estación del año. Resultados similares a los citados anteriormente obtuvieron Deshpande y Bonde (1983), en un estudio de 1346 registros de primeros períodos secos, siempre en ganado Holstein-Sahiwal de la India. La variabilidad presente tanto en el año como en la época observada en el presente trabajo puede ser el resultado del manejo cambiante que se le dá al hato de un año a otro o de una época a otra y que nunca es el mismo. Aunque perfectamente se puede notar en el cuadro 15, que a través de un buen manejo, se puede obtener el largo óptimo para el período seco el cual se considera que es entre los 60 y 70 días.

4.1.3.2 Efectos genéticos

De los efectos genéticos considerados, las vacas y el grupo racial fueron fuentes importante de variación sobre el período seco ($P < 0,01$) no así los padres (Cuadro 10). En el Cuadro 16 se muestra el período seco según los diferentes grupos raciales. Se puede observar una tendencia de disminución del período seco a medida que disminuye el grado de pureza del animal siendo de 93 ± 2 días para las Pardo Suizo y 78 ± 4 días para las que tienen 50% de Pardo Suizo. Esta misma tendencia fue encontrada por Sharma et al (1982), quienes reportaron valores de 94 a 123 días según el grado

genético, para el primer período seco de vacas Holstein-Sahiwal. En el mismo Cuadro (Cuadro 10) también se puede observar que existe efecto significativo de la interacción del grupo racial por el año. Las vacas Pardo Suizo tienen períodos secos que van desde los 68 ± 10 días en 1977 hasta los 115 ± 4 días en 1982. Las que tienen 75% Pardo Suizo presentan valores que van desde los 56 ± 8 días en 1974 hasta los 113 ± 7 días en 1982; en cambio, las que tienen 50% Pardo Suizo, presentan períodos secos que van desde los 47 ± 7 días en 1975, hasta los 77 ± 8 días en 1978 (Cuadro 21). Los valores antes señalados indican el posible efecto positivo de un sistema de cruzamiento sobre características de reproducción el cual también es explicable si se ve el valor genético del período abierto (Cuadro 14).

En el cuadro 21 se aprecia con claridad la diferencia en el comportamiento de los tres genotipos en estudio. Sobre todo la mayor eficiencia (traducida en períodos secos más cortos) de las vacas constituidas por un 50% de Pardo Suizo. Esta cualidad, la lograron sostener a lo largo de los cinco años en que aparecen vacas con un 50% Pardo Suizo y con valores que en ninguno de los años en estudio sobrepasaron los 80 días de período seco. Por el otro lado, el genotipo de las Pardo Suizo puras, en 5 de los 7 años en que aparecen sus datos sobrepasan los 100 días de período seco, lo que siempre muestra la menor eficiencia de este genotipo para esta característica, en comparación con los otros genotipos en estudio. El grupo que tiene 75% Pardo Suizo presenta una eficiencia intermedia en relación a los otros genotipos, al sobrepasar los 100 días de período seco solamente en 2 de los 10 años en que aparecen sus datos.

En general este cuadro (Cuadro 21) reafirma lo observado en el Cuadro 16 donde se aprecia la mayor eficiencia en la mayoría de las características del genotipo 50% Pardo Suizo sobre los otros genotipos.

Cuadro 21 Medias de mínimos cuadrados y sus errores estándar ($\bar{X} \pm \sigma_{\bar{X}}$) de la interacción grupo racial por año, para el período seco.

Grupo Racial	Año	N	($\bar{X} \pm \sigma_{\bar{X}}$)
Pardo Suizo	1977	28	68 ± 10
Pardo Suizo	1978	37	109 ± 7
Pardo Suizo	1979	57	113 ± 5
Pardo Suizo	1980	73	81 ± 5
Pardo Suizo	1981	97	112 ± 5
Pardo Suizo	1982	171	115 ± 4
Pardo Suizo	1983	247	106 ± 4
3/4 P.Suizo	1974	29	56 ± 8
3/4 P.Suizo	1975	84	71 ± 4
3/4 P.Suizo	1976	108	82 ± 4
3/4 P.Suizo	1977	114	80 ± 3
3/4 P.Suizo	1978	120	95 ± 3
3/4 P.Suizo	1979	91	75 ± 4
3/4 P.Suizo	1980	49	82 ± 5
3/4 P.Suizo	1981	28	101 ± 7
3/4 P.Suizo	1982	29	113 ± 7
3/4 P.Suizo	1983	38	98 ± 6
1/2 P.Suizo	1974	14	60 ± 14
1/2 P.Suizo	1975	29	47 ± 7
1/2 P.Suizo	1976	26	77 ± 8
1/2 P.Suizo	1977	17	76 ± 9
1/2 P.Suizo	1978	27	77 ± 8

Al igual que antes, se estimaron h^2 (en Pardo Suizo y todo el hato) y R (en todo el hato) utilizando los respectivos componentes de variancia (Cuadros 4A y 5A).

EL índice de herencia (h^2) para el período seco fue de $0,00 \pm 0,00$ y $0,01 \pm 0,05$ (cuadro 17) para el grupo Pardo Suizo y para todo el hato, respectivamente los cuales se consideran prácticamente cero. Estos valores son muy similares a los reportados en la literatura, tanto para clima templado como para los trópicos, en que el índice de herencia tiende a cero (Soldatov y Rusanova, 1979; Schneeberger et al, 1982; Deshpande y Bonde, 1983). Esta es una indicación muy clara de que no se puede hacer selección para este tipo de característica con una heredabilidad tan baja, ya que prácticamente toda la variabilidad es debida a efectos ambientales o no genéticos aditivos. El período seco podría mejorarse a través del manejo que se le dé al hato. Para la obtención de R, se utilizaron los componentes de variancia de las vacas (Cuadros 4A y 5A). En el cuadro 17 puede apreciarse el índice de constancia (R) para el período seco, que fue de $0,17 \pm 0,04$, contrario a lo reportado por Schneeberger et al (1982). En el trabajo citado R fue cero para el período seco en la raza Jamaica Hope.

4.2 COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO

4.2.1 Edad al primer parto

Por medio de análisis de mínimos cuadrados se estudiaron los posibles efectos del grupo racial, de padres de las vacas, mes de nacimiento y año de nacimiento de las vacas, sobre la edad al primer parto de las mismas vacas. En este análisis, el promedio de edad al primer parto fué de 954 ± 10 días (31,4 meses) (Cuadro 12). La edad al primer parto encontrada en este estudio, está dentro de lo reportado por diferentes autores bajo condiciones tropicales. Bodisco et al (1969) reportaron $31,2 \pm 0,06$ y $33,3 \pm 0,06$ meses de edad al primer parto en las razas Holstein y Pardo Suizo respectivamente, en

Venezuela. Asimismo Viteri (1979), en El Salvador, obtuvo un promedio de 1010 ± 135 días tanto para las Holstein como para las Pardo Suizo. En el estudio efectuado por Martínez (1979), también en El Salvador se obtuvo 47,4, 33,2 y 33,4 meses de edad al primer parto, para el grupo Pardo Suizo, 75% Pardo Suizo y 50% Pardo Suizo, respectivamente.

De los efectos en estudio, se consideraron como efectos ambientales el mes y año de nacimiento mientras que el grupo racial y los padres de las vacas se consideraron como efectos genéticos.

4.2.1.1 Efectos ambientales

En el cuadro 10 se presenta el análisis de varianza de mínimos cuadrados para la edad al primer parto (modelo 5). En este Cuadro se puede apreciar el efecto significativo del año de nacimiento de las vacas ($P < 0.01$), no así para el mes de nacimiento. Las medias de mínimos cuadrados y su error estandar para la edad al primer parto, de acuerdo al año de nacimiento, se presentan en el Cuadro 22, donde se puede apreciar que las vacas nacidas en el año 1977 son las que presentan los menores valores para la edad al primer parto, con 838 ± 21 días ($27,6 \pm 0,68$ meses) y las nacidas en 1969 las que presentan los mayores valores con 1330 ± 32 días ($43,8 \pm 1,1$ meses). Evidentemente esta característica aunque fluctuaba a lo largo de los años se ve que ha ido superándose posiblemente porque el sistema de manejo haya estado mejorando así como puede también ser por la introducción de vacas Pardo Suizo puras al hato, aunque las diferencias entre grupos raciales no fueron importantes en este estudio (Cuadro 10).

Cuadro 22 Medias de mínimos cuadrados y su error estandar ($\bar{X} \pm \sigma_{\bar{X}}$) para la edad al primer parto según el año de nacimiento de la vaca.

Año de nacimiento de la vaca	N	$(\bar{X} \pm \sigma_{\bar{X}})$
1969	41	1330 \pm 32 (43,8)*
1970	21	983 \pm 30 (32,3)
1971	58	965 \pm 24 (31,7)
1972	50	909 \pm 23 (29,9)
1973	60	937 \pm 23 (30,8)
1974	53	946 \pm 22 (31,1)
1975	74	936 \pm 20 (30,8)
1976	55	899 \pm 20 (29,6)
1977	102	838 \pm 21 (27,6)
1978	96	925 \pm 22 (30,4)
1979	88	960 \pm 24 (31,6)
1980	107	985 \pm 29 (32,4)
1981	87	880 \pm 27 (29,9)
1982	18	867 \pm 57 (28,5)

* Edad al primer parto en meses.

Diferentes autores (Martínez, 1979; Viteri, 1979), han reportado efecto significativo del año de nacimiento sobre la edad al primer parto. Vaccaro y Vaccaro (1982), en los llanos occidentales de Venezuela, observaron que la edad al primer parto tendía a disminuir a lo largo de los años y que los animales nacidos en la estación lluviosa parían de 1,4 a 1,9 meses más temprano que los nacidos en la época seca. Una de las posibles razones que se dá para esto es que el manejo y la alimentación ofrecido a las novillas durante el crecimiento,

son los factores de mayor importancia que afectan la edad al primer parto. Pero la disponibilidad tanto del manejo así como la alimentación son a su vez dependientes de la época del año en particular y el año de nacimiento en general. Otro punto que se puede apreciar del Cuadro 22 es que a través de un buen manejo, es posible obtener el primer parto a edades menores a los 30 meses, el cual resultaría en una mayor producción de por vida (Hargrove, 1969), ya que de los 14 años en estudio, las vacas nacidas en 5 de ellos (1972, 1976, 1977, 1981 y 1982), alcanzaron su primer parto antes de los 30 meses. Aunque con la información con que se contó para el presente estudio no se pudo cuantificar con exactitud las razones para esto, es posible que los años señalados tuvieran algunos sistemas de manejo muy favorables y particulares de ellos para que tales valores sean alcanzados.

4.2.1.2 Efectos genéticos

De los efectos genéticos considerados, solamente los sementales fueron fuente importante de variación ($P < 0,01$) sobre la edad al primer parto, no teniendo ningún efecto el grupo racial (Cuadro 10). A pesar de esto se puede apreciar en el Cuadro 16 que las vacas 50% Pardo Suizo alcanzan su primer parto (971 ± 15 días) más tarde que los otros dos grupos (949 ± 7 días para Pardo Suizo y 942 ± 7 días para las 3/4 Pardo Suizo). Estos resultados, difieren de los obtenidos por diferentes autores (Verma *et al*, 1973; Salazar y Huertas, 1976; Wilkins *et al*, 1984) quienes obtuvieron edades menores al primer parto en los animales cruzados que en los puros. Los resultados de este estudio, probablemente sean por problemas en el manejo del grupo que nació en 1969, el cual se caracterizaba por edad al primer parto de 43,8 meses (Cuadro 22) y que fue en los primeros años donde se contaba precisamente con vacas 50% Pardo Suizo.

Utilizando los componentes de variancia (Cuadros 4A y 5A) se obtuvo estimación de h^2 para la edad al primer parto en todo el hato y en vacas Pardo Suizo puras.

El índice de herencia (h^2) para la edad al primer parto fué de $0,11 \pm 0,11$ y $0,30 \pm 0,10$ (Cuadro 17) para el grupo Pardo Suizo y para todo el hato, respectivamente. Se aprecia una diferencia considerable entre estos dos valores indicando la posible influencia de las variancias genéticas no aditivas en el h^2 estimado en todo el hato, además de las posibles del efecto de selección de los sementales. Para evitar ésto, se trató de obtener el índice de herencia a través de regresiones madres-hijas, pero se consideró que sería de escaso valor al obtener un número relativamente pequeño de parejas (285). Aunque estos resultados son similares a los obtenidos por Valle y Amorín (1980), quienes reportaron durante tres generaciones, un índice de herencia de $0,30 \pm 0,28$ para la edad al primer parto en vacas Holstein de Brasil. Es de notar que el error estandar tanto del trabajo de Brasil, como del presente estudio, se acercan o son iguales al valor del estimador, lo que equivale a un valor real cercano a cero, que a su vez, es una indicación de la inutilidad de seleccionar para esta característica. El valor de la repetibilidad no es relevante para la edad al primer parto, puesto que es una característica que se produce solamente una vez en la vida del animal.

4.2.2 Período abierto

Análisis de mínimos cuadrados fueron utilizados para estudiar los posibles efectos del grupo racial, padres de las vacas, vacas, año, época y número de parto, sobre el período abierto de las vacas. En este estudio el promedio del período abierto fué de 158 ± 4 días (Cuadro 12), que está dentro de lo reportado por diversos autores en las condiciones del trópico. Valores promedio de período abierto inferior a los presentes

fueron reportados por Verma et al (1973) quienes trabajando con Holstein-Sahiwal reportaron 87 ± 34 días. Tal diferencia bien puede ser provocada por diferencia entre genotipos como lo indica Vaccaro (1985). Por otro lado Bodisco et al (1978) reportaron período abierto de 270 días en Holstein y Pardo Suizo implicando que el manejo puede jugar un papel importante en la determinación del período abierto aún dentro de una raza.

Los efectos de año de parto, época de parto y número de parto fueron considerados como efectos ambientales mientras que los efectos del grupo racial, de los padres y las vacas, fueron considerados como efectos genéticos.

4.2.2.1 Efectos ambientales

En el Cuadro 10 se presenta el análisis de varianza de mínimos cuadrados para el período abierto (modelo 5). en este cuadro se puede apreciar un efecto significativo del número y el año de parto sobre el período abierto ($P < 0,05$), siendo no significativo el efecto de la época de parto. Las medias de mínimos cuadrados y su error estandar para el período abierto, según el número de parto de las vacas, se puede apreciar en el Cuadro 23. En este Cuadro se puede observar que los períodos abiertos más cortos ocurren en el primer parto con 118 ± 15 días y los más largos ocurren en el sexto parto, con valores de 211 ± 19 días (Figura 2A). La tendencia de que las vacas jóvenes tengan período abierto más corto que las viejas puede ser aparentemente porque la involución uterina completa se realiza más temprano en las vacas más jóvenes según El-Keraby y Aboul-Ela(1982), indicando una capacidad más temprana de implantación del embrión, además, las vacas más viejas tienden a necesitar un mayor número de servicios por concepción efectiva (Vaccaro y Vaccaro, 1982). En el Cuadro 23 se resumen las medias de mínimos cuadrados y sus respectivos errores estandar para el período abierto de acuerdo al año y

número de parto. En este Cuadro, se puede notar una mejoría en el período abierto a lo largo de los años, observándose los períodos abiertos más largos en 1974 con 220 ± 24 días y los más cortos en 1983 con 97 ± 21 días. Esto pudo haber sido efecto o consecuencia de una mejoría en manejo que ha existido en la lechería, el cual puede consistir en mejores atenciones individuales post-parto de las vacas. Por supuesto que una mejoría en los períodos abiertos también mejorará los intervalos entre partos. Resultados similares a éstos, fueron obtenidos por Morales et al (1981) en el trópico húmedo de Méjico, quienes analizaron registros de ganado Holstein importado del Canadá. En este trabajo el período abierto fue de 129 ± 76 días aunque, fueron las vacas del tercer parto quienes tuvieron período abierto más corto, de 118 días. Contrario a lo encontrado en el presente estudio en cuanto a la ausencia del efecto de época al parto autores como Román y Flores (1980) y Martínez et al (1982) han confirmado el efecto significativo de la época sobre el período abierto. Esta discrepancia puede obedecer a que el hato bajo el estudio el sistema de alimentación durante la época seca no variaba en forma significativa puesto que se les daba forraje de corte (producido con riego) y ensilaje además del suplemento. Es probable que esta práctica de alimentación mantenga la condición de las vacas en buen estado durante épocas aparentemente tan críticas para que no modifiquen su período abierto o bien ritmo del ciclo reproductivo.

Estos resultados están en corcondancia con las otras características bajo estudio, en que solamente para el período de lactancia y para el período de gestación resultó significativa la época como fuente de variación (Cuadro 10).

Cuadro 23 Medias de mínimos cuadrados y sus respectivos errores estandar ($\bar{X} \pm \sigma_{\bar{X}}$) para el período abierto según el número y año de parto considerando todo el hato.

Número de Parto	N	$\bar{X} \pm \sigma_{\bar{X}}$
1	470	118 ± 15
2	414	129 ± 10
3	280	141 ± 6
4	180	165 ± 6
5	122	183 ± 10
6	47	211 ± 19
Año de parto		
1974	43	220 ± 24
1975	113	198 ± 18
1976	134	198 ± 13
1977	159	168 ± 9
1978	184	159 ± 6
1979	148	151 ± 7
1980	122	135 ± 10
1981	125	133 ± 13
1982	200	120 ± 17
1983	285	97 ± 21

4.2.2.2 Efectos Genéticos.

De los efectos genéticos estudiados, el del grupo racial, vacas (ambos con $P < 0,01$) y el de los padres de las vacas ($P < 0,05$) fueron importantes fuentes de variación sobre el período abierto (Cuadro 10) cuando este se analizó considerando todo el hato. Tales influencias importantes de vacas dentro de padres y los padres se mantuvieron cuando el

período abierto fue analizado solamente en Pardo Suizo (Cuadro 11). Las medias de período abierto por grupo racial se muestran en el Cuadro 16 donde se puede observar que las vacas Pardo Suizo tuvieron períodos más largos que las 50% y 75% Pardo Suizo (171 ± 7 vs. 156 ± 4 y 146 ± 7 días). De manera tal que período abierto como característica relacionada con reproducción es responsiva a un sistema de cruzamiento que como en este caso involucra Pardo Suizo y genotipos tropicales como Criollo. En un trabajo realizado en condiciones tropicales húmedas Torres (1972) reportó períodos abiertos de 103, 98 y 92 días en vacas Criollas, Jersey y Criollo-Jersey, respectivamente, los cuales son superiores a los resultados obtenidos en el presente trabajo bajo condiciones del trópico seco. Sin embargo, estudios procedentes de La India con ganado Jersey, Hariana y sus cruces con condiciones diferentes al del trópico americano reportó períodos abiertos similares a los obtenidos en el presente trabajo. Estos valores fueron 156 ± 8 , 124 ± 10 y 126 ± 10 días abiertos para Hariana, Jersey y cruces de Hariana-Jersey, respectivamente.

Utilizando los componentes de variancia de los padres de las vacas y las vacas (Cuadros 4A y 5A) se obtuvieron estimaciones de h^2 y R para el período abierto en todo el hato y en solo Pardo Suizo. Los valores de h^2 para el período abierto fueron de $0,21 \pm 0,16$ y $0,09 \pm 0,07$ en Pardo Suizo y todo el hato, respectivamente, mientras que el índice de constancia fue de $0,04 \pm 0,04$. Resultados similares a los del presente trabajo han sido reportados por otros autores, como por ejemplo, Desphande y Bonde (1983); Patro y Rao (1983), en ganado Holstein-Sahiwal y Red Sindhi, respectivamente. Los resultados obtenidos aquí señalan lo infructuoso que es querer seleccionar para esta característica por lo que hay que recurrir a mejorar los sistemas de manejo a como se ha señalado con anterioridad.

4.2.3 Período de gestación

Se utilizaron análisis de mínimos cuadrados para estudiar los posibles efectos del grupo racial, de los padres de las vacas, las mismas vacas, año, época y número de parto sobre el período de gestación de las vacas. Entre los resultados obtenidos está el de $285,7 \pm 0,3$ días (Cuadro 12), como promedio del período de gestación en todo el hato, que está dentro del ámbito obtenido por diferentes autores bajo las condiciones del trópico y aun para las regiones templadas, como por ejemplo, Hernández (1965), en la zona central de Venezuela, obtuvo un promedio de $288,2 \pm 1,8$ y $289,1 \pm 1,2$ días de gestación para el ganado Pardo Suizo y mestizo, respectivamente. Soldatov y Rusanova (1979), en Rusia, en 4173 partos de 870 vacas Russian Brown obtuvieron un promedio de 286 días para el período de gestación.

De los efectos estudiados, los efectos del año, de la época y del número de parto fueron considerados ambientales mientras que los efectos de grupo racial, de los padres de las vacas y las vacas, fueron considerados genéticos.

4.2.3.1 Efectos ambientales

En el cuadro 10 se presenta el análisis de varianza de mínimos cuadrados para el período de gestación (modelo 5) de todo el hato y en solo Pardo Suizo. En este Cuadro, se puede apreciar un efecto significativo del año ($P < 0,01$), la época ($P < 0,05$) (solo cuando se analiza en todo el hato) y el número de parto ($P < 0,01$) sobre el período de gestación. Las medias de mínimos cuadrados y su error estandar para el período de gestación, de acuerdo al año, época y número de parto se presentan en el Cuadro 24. En este Cuadro se puede observar que los períodos de gestación más largos con valores de $287,5 \pm 1,3$ días ocurren en el año 1984 mientras que el período mas corto ocurre en 1975 con un largo de $283,1 \pm 1,5$ días.

Aparentemente existe una ligera tendencia a la prolongación del período de gestación a través de los años.

En este mismo Cuadro (Cuadro 24) se puede apreciar que el período de gestación se alarga casi por dos días en la época seca ($288,7 \pm 0,9$ días), a comparación de la época lluviosa ($286,8 \pm 0,7$ días). También se puede claramente observar que el período de gestación disminuye a medida que aumentan los números de parto de las vacas (Figura 2A), de $288,7 \pm 0,9$ días en el primer parto a $283,03 \pm 1,1$ días en el sexto parto (Cuadro 24). Lobo et al (1980), en 4215 gestaciones de la raza Pitangueiras de Brasil no tuvieron significancia en lo que respecta al mes del parto y la edad de las vacas, aunque si hubo significancia del efecto de año ($P < 0,01$) sobre el período de gestación, obteniendo un promedio de $289,1 \pm 2,6$ días. Sin embargo, Morales et al (1983), en 594 períodos de gestación de la raza Holstein en la Chontalpa, México, no encontraron ninguna significancia del efecto de año, mes y número de parto sobre el período de gestación. En este último trabajo citado reportaron solo significancia del sexo del becerro ($P < 0,01$), donde los machos duraron 1,5 días más de gestación. Es de esperarse que el período de gestación varíe de uno a tres días (Cuadro 24) a lo largo de los años, las épocas y los diferentes números de parto de las vacas, por las condiciones diferentes a las que se enfrentan los animales a través del tiempo, durante toda su vida productiva. A pesar de existir significancia de los efectos ambientales sobre el período de gestación, se considera éste, como un período fijo que no ejerce influencia sobre la eficiencia reproductiva, aunque es importante el conocimiento de dicho período para la planificación reproductiva de cualquier hato. Es interesante además, notar que la época seca sí tiene efecto sobre el período de gestación, contrario a lo que pasó en la mayoría de las otras características bajo estudio.

Cuadro 24 Medias de mínimos cuadrados y sus errores ($\bar{X} \pm \sigma_{\bar{X}}$) estandar para el período de gestación según el número, año y época de parto.

Número de parto	N	$\bar{X} \pm \sigma_{\bar{X}}$
1	785	288,70 \pm 0,9
2	679	286,80 \pm 0,7
3	585	286,03 \pm 0,5
4	379	285,30 \pm 0,5
5	247	284,20 \pm 0,7
6	233	283,03 \pm 1,1
Año de parto		
1975	66	283,10 \pm 1,5
1976	175	283,70 \pm 1,1
1977	248	285,20 \pm 0,8
1978	260	286,20 \pm 0,6
1979	282	286,60 \pm 0,5
1980	363	285,40 \pm 0,5
1981	293	287,10 \pm 0,7
1982	251	285,40 \pm 0,8
1983	442	286,50 \pm 1,0
1984	528	287,50 \pm 1,3
Epoca		
noviembre-abril	1521	288,70 \pm 0,9
mayo-octubre	1387	286,80 \pm 0,7

4.2.3.2 Efectos genéticos

De los efectos genéticos considerados, los padres de las vacas y las vacas tuvieron efecto significativo ($P < 0,01$) sobre el período de gestación, no sucediendo así con el efecto de

grupo racial (Cuadro 10). Estos resultados, difieren de los obtenidos por Verma et al (1973), en la cruce Holstein-Sahiwal a diferentes grados genéticos en un rancho militar de la India, en que reportaron valores desde 279 ± 3 días en el ganado 25 % Holstein, hasta 288 ± 16 días de gestación en las vacas con un 50 % de Holstein; siendo altamente significativo ($P < 0,01$) el efecto de grupo racial.

Los componentes de variancia de los padres y las vacas que se utilizaron para estimar el h^2 y el R para el período de gestación de todo el hato y el grupo Pardo Suizo, aparecen en los cuadros 4A y 5A, que son resultado de la aplicación del modelo 5.

El índice de herencia (h^2) para el período de gestación fué de $0,01 \pm 0,04$ y $0,09 \pm 0,04$ (Cuadro 4.12), para el grupo Pardo Suizo y para todo el hato respectivamente. El índice de constancia encontrado fué de $0,11 \pm 0,02$. Resultados similares al presente, fueron reportados por Soldatov y Rusanova (1979), quienes encontraron 0,02 para el (h^2) y 0.14 para el índice de constancia. Asimismo Lobo et al (1980), en la raza Pitangueiras del Brasil, obtuvieron $0,12 \pm 0,04$ para el índice de constancia del período de gestación. Es de hacer notar la poca diferencia existente para esta característica, entre los trópicos y las regiones templadas. Los valores tan bajos para el índice de herencia y el índice de constancia del período de gestación, nos indican la inutilidad de querer seleccionar para esta característica.

4.2.4 Intervalo entre partos

Los posibles efectos que se estudiaron fueron el del grupo racial, padres de las vacas, vacas, año, época, número de parto y las posibles interacciones sobre el intervalo entre parto de las vacas Pardo Suizo y cruces. El efecto de la

época fue eliminado por no tener ninguna significancia según previos análisis. Asimismo se consideró solamente las interacciones entre el grupo racial y número de parto. Los resultados mostraron IEP de 442 ± 3 días (14.5 meses), (Cuadro 12). El valor de IEP encontrado en este estudio está dentro de lo obtenido por varios autores bajo condiciones tropicales. Por ejemplo De Alba y Kennedy (1985) obtuvieron un intervalo entre partos de 381 ± 10 días, en Turrialba, en vacas 75% Jersey y 25% Criollas. Al Igual que Verde (1979), en una revisión de los intervalos entre partos para el ganado Criollo de Venezuela, resumió valores que iban de los 372 a los 389 días. Visto desde el punto de vista de eficiencia reproductiva bajo condiciones tropicales los valores antes señalados demuestran que es posible alcanzar tales niveles aún bajo ambientes adversos como es el trópico, controlando en su mayoría el componente alimentario. En el trabajo de Turrialba por ejemplo el sistema de manejo es a base de pastoreo donde hay disponibilidad de pasto prácticamente durante todo el año. Por otro lado Hernández (1965), encontró IEP de 404 ± 6 , 467 ± 29 , y 526 ± 19 días para las vacas mestizas, Holstein y Pardo Suizo, respectivamente en un hato de la zona central de Venezuela. Valores todavía mayores a estos fueron reportados por Salazar y Huertas (1976), quienes encontraron 584 y 544 días de intervalo entre partos para las razas Holstein y Pardo Suizo, respectivamente.

Los efectos estudiados sobre IEP incluyen los efectos del año y el número de parto como efectos ambientales, mientras que los efectos del grupo racial, los padres de las vacas y las vacas, como efectos genéticos.

4.2.4.1 Efectos ambientales

En el cuadro 10 se presenta el análisis de varianza de mínimos cuadrados para el intervalo entre partos, obtenido mediante el modelo 5. En este cuadro, se puede observar los

efecto significativo del año y del número de parto (ambos $p < 0,01$) sobre el IEP. Estos efectos pueden haber sido debido a las fluctuaciones ambientales entre un año y otro involucrando cambios de manejo por ejemplo alimentarios así como los cambios fisiológicos que ocurren en la misma vaca a lo largo del tiempo. Los cambios fisiológicos se consideran como ambientales en los estudios genéticos. Resultados similares a los del presente estudio, han sido obtenidos por diferentes autores en el trópico (Bodisco *et al*, 1974; Duarte *et al*, 1980 (en ganado de carne); Morales *et al*, 1983), contrario a lo reportado por Vaccaro y Vaccaro (1981), en mestizaje que involucra Pardo Suizo y Holstein en Venezuela, quienes analizando registros de 996 vacas no encontraron significancia en los efectos de año y estación sobre IEP posiblemente porque había consistencia en los sistemas de alimentación de las vacas de diferentes grupos genéticos. Las medias de mínimos cuadrados y su error estandar para el intervalo entre partos de acuerdo al año y número de parto, se presentan en el Cuadro 25. En este Cuadro, se puede observar que la mejor eficiencia reproductiva traducida en el más corto IEP se produjo en el año 1983 con valores de 391 ± 18 días y los mayores IEP implicando eficiencia reproductiva baja se produjeron en el año 1973 con valores de 495 ± 22 días. En general se nota una tendencia a la disminución de este intervalo a lo largo de los años señalando cambios asociados con manejo o tipo del ganado. Es de recordarse que a partir de 1977 se obtuvo la raza Pardo Suizo en el hato a través de absorción, aunque según los resultados del presente trabajo señalan IEP mejores (cortos) para las vacas cruzadas que las vacas puras. Esto deja entonces la posibilidad de que se mejoró el sistema de manejo a la vez que se introdujo la Pardo Suizo en forma significativa. De cualquier manera los resultados obtenidos en el presente estudio manifiestan la posibilidad de acortar IEP a través de manejos adecuados.

Cuadro 25 Medias de mínimos cuadrados y sus respectivos ($\bar{X} \pm \sigma_{\bar{X}}$) errores estandar por número y año de parto, para el intervalo entre partos.

Número de Parto	N	$\bar{X} \pm \sigma_{\bar{X}}$
1	724	418 \pm 11
2	518	416 \pm 7
3	383	423 \pm 5
4	237	448 \pm 5
5	149	462 \pm 8
6	58	483 \pm 15
Año de parto		
1973	162	495 \pm 22
1974	138	466 \pm 16
1975	149	465 \pm 12
1976	159	476 \pm 9
1977	183	452 \pm 6
1978	200	439 \pm 6
1979	194	429 \pm 7
1980	166	425 \pm 10
1981	156	418 \pm 13
1982	238	402 \pm 15
1983	376	391 \pm 18

En el cuadro 25 se pueden observar las medias de mínimos cuadrados del IEP, según el número y año de parto. Se puede apreciar que los mayores intervalos se ubicaron en el sexto parto con IEP de 483 ± 15 días de las vacas, mientras que los IEP menores correspondían a las vacas del segundo parto (416 ± 7 días). La tendencia de IEP con respecto al número de parto

se puede apreciar en la Figura 3A. Esto podría ser explicado por el creciente desgaste fisiológico que va sufriendo el animal a lo largo de su vida productiva. Murillo (1982), en 359 intervalos de ganado Holstein y 516 de Pardo Suizo, en el Centro Nacional de Agricultura y Ganadería de Comayagua, Honduras, no observó ninguna tendencia del IEP con respecto al número de parto. Aunque , observó mayores intervalos al quinto parto con 615 días e IEP inferiores en el primer parto, con 395 días.en la raza Pardo Suizo. Contrario al presente, Duarte et al (1980), trabajando con 4019 registros de IEP en ganado de carne bajo condiciones tropicales observaron una tendencia a la disminución de dicho intervalo hasta el sexto parto, para luego aumentar nuevamente hasta el noveno parto. La discrepancia entre los resultados de Duarte et al (1986) y del presente trabajo puede ser básicamente a la diferencia en grupo genético con fines de explotación diferentes (carne vs. leche) además de que en el presente trabajo se consideraron 6 partos mientras que en el trabajo citado se consideraban más de 9 partos. Sin embargo, si la comparación se limita nada mas a los IEP de los seis partos se pueden apreciar tendencias opuestas. En el presente trabajo aumenta mientras que en el de Duarte et al (1986) disminuye según avanza el número de parto. Tanto la tendencia descendente de los años , como la ascendente de los números de parto (cuadro 25) para el IEP, coinciden con las respectivas tendencias observadas para el período abierto (Cuadro 23). Esto, corrobora el hecho de que el IEP depende del período abierto y que para incidir en el acortamiento del IEP se puede hacer acortando el período abierto.

El intervalo entre partos es la característica reproductiva de mayor relevancia para medir la eficiencia reproductiva de un hato, y su conocimiento incide en cualquier programa de mejoramiento.

4.2.4.2 Efectos genéticos

De los efectos genéticos considerados, el grupo racial y las vacas, fueron fuentes de variabilidad en IEP importantes ($P < 0,01$), no sucediendo así con los padres de las vacas (Cuadro 10). Las medias de mínimos cuadrados por grupo racial para el intervalo entre partos fueron 463 ± 6 , 440 ± 2 y 422 ± 6 días para el grupo Pardo Suizo puro, al menos 3/4 Pardo Suizo y al menos 1/2 Pardo Suizo, respectivamente (Cuadro 16). Es evidente que la mejor eficiencia reproductiva o sea IEP corto, le pertenece a las vacas 50% Pardo Suizo (422 ± 6 días). Además, de nuevo se ve que las vacas Pardo Suizo puras cuentan con un comportamiento reproductivo inferior a las cruzadas bajo las condiciones de trópico seco de Nicaragua. Resultados muy similares a los anteriores han sido reportados por diferentes autores en los trópicos (Buvanendran, 1977; Martínez, 1979; Wilkins et al, 1984) Todos estos autores señalan la ventaja que se obtiene en la eficiencia reproductiva en vacas cruzadas que en vacas de razas lecheras puras. Este mismo hecho se observa en el presente trabajo, aunque los cruces fueron a base de Suizo y Criollo así como Cebú. De todas maneras los resultados obtenidos en el presente trabajo en cuanto a la superioridad de las vacas cruzadas da lugar a pensar sobre lo que ofrecen los genotipos Cebú y Criollo, ambos adaptados al trópico como también lo señalan Wilkins et al (1984).

En cuanto se refiere a los h^2 y R para IEP se estimaron utilizando los $\sigma^2_{P/GR}$, $\sigma^2_{V/P/GR}$, σ^2_p , $\sigma^2_{V/p}$ y σ^2_e (Cuadros 4A y 5A). Las estimaciones de h^2 obtenidas en el presente trabajo fueron de $0,11 \pm 0,10$ y $0,03 \pm 0,04$ en Pardo Suizo y todo el hato, respectivamente (Cuadro 17). El valor de h^2 tan bajo encontrado en las vacas Pardo Suizo pone en duda la eficiencia de algún programa de selección dirigido a mejorar el IEP, por lo tanto la eficiencia reproductiva bajo las condiciones tropicales como las de Nicaragua consideradas en

este estudio. El valor de h^2 obtenido en este estudio para IEP, por razones prácticas se considera que este valor es cercano a cero. En la literatura, la mayoría de las estimaciones de h^2 para IEP están hechas en razas lecheras o de carne puras bajo condiciones tropicales y que en general fluctúa entre 0,0 hasta 0,67 (Katpatal, 1982; Duarte *et al*, 1980; De Alba y Kennedy, 1985; Plasse, 1968). Sin embargo parece ser que la mayoría sugieren la falta de variabilidad genética involucrada en IEP y que para mejorar la eficiencia reproductiva, representada por esta característica habría que enfatizar el mejoramiento del manejo a seguir en una finca determinada.

El R obtenido para IEP en este estudio fue de $0,06 \pm 0,03$. (Cuadro 17) el cual es mucho más inferior que los demás valores de R reportados en la literatura del trópico (Morales, *et al*, 1983; Katpatal, 1982). La inferioridad de R observada en este trabajo puede atribuirse a que el sistema de manejo y alimentación en este ható en particular no presentaba fluctuaciones significativas que puede perjudicar la eficiencia reproductiva de las vacas en forma permanente. De hecho se vió en este trabajo que las características de reproducción tendían a mejorar a lo largo de los 15 años en estudio el cual en esta ocasión se señaló la posible mejora en asistencia de manejo y alimentación. Las estimaciones de h^2 y R obtenidas en el presente trabajo sugieren enfatizar aspectos de sistemas de manejos, y alimentación para mantener una eficiencia reproductiva satisfactoria en los trópicos.

4.3 CORRELACIONES GENÉTICAS Y FENOTÍPICAS

En un análisis por separado (modelo 5) se generaron estimaciones de correlaciones genéticas (r_G) y fenotípicas (r_F) entre varias características. Estas fueron: período de lactancia (PL), período de gestación (PG), período abierto (PA), período seco (PS), intervalo entre partos (IEP) y producción de leche (ProLac). Las estimaciones de r_G y r_F obtenidas en el presente estudio se presentan en el Cuadro 26. En este Cuadro, se puede observar que la ProLac guarda una correlación genética positiva con todas las demás características, a excepción del PG ($-0,22 \pm 0,55$) y el PS ($-0,97 \pm 1,25$), aunque haciendo notar un error estándar muy grande para ambas características. Sin embargo esto equivaldría a pensar en la posible disminución del largo del período seco a través de la selección por producción de leche, resultando siempre en una mayor eficiencia productiva. El PL solamente tiene correlación genética negativa con el PS ($-0,41 \pm 0,85$) pero una alta positiva correlación con el IEP ($0,96 \pm 0,12$) y el PA ($0,93 \pm 0,14$).

La r_G entre el PG y PL, PA y PS fue de $-0,22 \pm 0,55$, $-0,01 \pm 0,61$ y $-0,01 \pm 0,93$ mientras que entre IEP y PS, PA fue de $-0,06 \pm 0,78$ y $1,06 \pm 0,05$. La r_G entre PS y PA fue de $0,06 \pm 0,82$. En general las r_G entre producción de leche y las características reproductivas (PG, PA, PS e IEP) fueron muy bajas y la r_G entre producción de leche y período de lactancia fue de $0,74 \pm 0,25$. Este último ofrece la oportunidad cuantificada en que seleccionando para producción de leche bajo condiciones tropicales puede existir un cambio correlacionado positivo en largo de lactancia. Esto, visto desde el punto de vista del trópico, es una posibilidad importante en virtud de que uno de los problemas grandes que existen en estas condiciones es la corta longitud de lactancia que se observa en las

Cuadro 26. Correlaciones genéticas y fenotípicas de las diferentes características estudiadas.

Característica	Producción de leche	Período Lactancia	Período Gestación	Intervalo entre parto	Período Abierto	Período Seco
Producción de leche	1	0,74 ± 0,25	-0,22 ± 0,55	0,44 ± 0,4	0,46 ± 0,42	-0,97 ± 1,25
Período de lactancia	0,48	1	0,19 ± 0,51	0,96 ± 0,12	0,93 ± 0,14	-0,41 ± 0,85
Período de gestación	0,06	0,01	1	0,21 ± 0,58	-0,01 ± 0,61	-0,01 ± 0,93
IEP*	0,27	0,74	0,01	1	1,06 ± 0,05	-0,06 ± 0,78
Período abierto	0,28	0,75	-0,02	0,98	1	0,06 ± 0,82
Período seco	-0,26	-0,27	-0,01	0,43	0,39	1

Los valores sobre la diagonal son correlaciones genéticas y las que están debajo son las correlaciones fenotípicas. Todas las características tienen 1187 observaciones.

explotaciones lechera. Las consecuencias de estas cortas lactancias obviamente son la reducción en el volumen de la leche producida por lactancia.

El problema que se resalta en este caso es el hecho de que el largo de lactancia está genéticamente correlacionado con el período abierto, de manera tal que no se sabe si seleccionando para producción de leche en forma directa ocasionaría un alargamiento en período abierto a través del período de lactancia considerando que la r_G entre período abierto y producción de leche no es importante a pesar de que fue $0,46 \pm 0,42$ (Cuadro 26). Pero pareciera ser que el cambio correlacionado en período abierto al seleccionar para producción de leche no sea importante para afectar la eficiencia reproductiva. Por otro lado la producción de leche está genéticamente relacionada con el IEP pero como la h^2 para esta última característica reproductiva es cercano a cero, dificulta sugerir algún método de selección que permita mejoramiento en producción láctea sin cambiar el IEP aunque se reconoce la posibilidad de ejercer un índice de selección restringida (Nordskog y Kempthorne, 1959) sin el cumplimiento de las condiciones bajo las cuales esto opera, en cuanto se refiere a este estudio o sea con h^2 para IEP cercano cero..

Las r_F entre producción de leche y las demás características fluctúan entre 0,48 y -0,26 (Cuadro 26). Las máximas r_F fueron entre PA e IEP (0,98), PA y PL (0,75) e IEP y PL (0,75), mientras que los valores más bajos fueron entre PS y ProLac (-0,26) y entre PS y PL (-0,27).

En los trópicos se han obtenido algunos resultados similares al del presente trabajo. Negrón (1974), obtuvo una correlación fenotípica de 0,74 entre el período primer servicio-concepción y el intervalo entre partos, aunque la correlación que obtuvo entre el período de gestación y el

intervalo entre partos estuvo muy superior (0,53) a la obtenida en este estudio (0,01). Rodríguez (1976), reportó una correlación fenotípica de 0,99 entre el periodo de servicio y el intervalo entre partos. Kumar (1982), en la India, con ganado Haryana y Tharparkar, obtuvo r_G y r_F superiores a uno y 0,78, respectivamente entre el periodo abierto y el intervalo entre partos, en concordancia con el presente trabajo. Resultados contrarios a los encontrados aquí fueron reportados por Deshpande y Bonde (1983) quienes trabajando con ganado Holstein-Sahiwal en la India, obtuvieron r_G positivas entre rendimiento total de la lactancia y rendimiento en 300 días ($0,99 \pm 0,01$) e intervalos entre partos con el periodo seco ($0,9 \pm 0,07$). Estos valores fueron negativos en este estudio. También Patro y Rao (1983), obtuvieron r_G y r_F negativas ($-0,57 \pm 0,06$ y $-1,21 \pm 0,37$) entre el intervalo entre partos y el periodo de lactancia en la raza Red Sindhi. Las discrepancias entre lo encontrado aquí y los procedentes de la India mas bien puede ser por la diferencia entre los genotipos considerados así como por diferencias en clima manejo, etc.

El hecho de que el PA está genéticamente relacionado con el IEP es explicable, porque el intervalo entre partos está determinado básicamente por la duración del PA, ya que el otro componente que es el PG, se mantiene constante y no está sujeto a modificación por manejo. Al haber intervalos entre partos mayores, las vacas tienden a pasar mayor tiempo en lactancia y como consecuencia alcanzan mayores producciones de leche. Lo contrario sucede con periodos secos prolongados, en que habrá una menor producción láctea y una menor eficiencia reproductiva, que se refleja en las correlaciones genéticas fenotípicas negativas del periodo seco con la mayoría de las otras características que se estudiaron.

En general los resultados obtenidos en el presente estudio, sugieren que es posible seleccionar para producción de leche, sin menoscabo de las otras características productivas (período de lactancia y período seco) y reproductivas de importancia (período abierto, período de gestación e intervalo entre partos).

Los resultados del presente trabajo tienen una aplicación práctica en cuanto a selección, para producir un cambio en la media, especialmente en la característica de producción de leche. El cambio genético (ΔG) esperado para una característica dada está determinado por el h^2 y la intensidad de selección (i) así como de la desviación estandar fenotípica de la media (σ_F) (Falconer, 1980). Esto es:

$$\Delta G_{PL} = h^2 * i * \sigma_F$$

Ahora bien, suponiendo que $i = \sigma_F$ la ecuación anterior se reduce a:

$$\Delta G_{PL} = h^2 * \sigma_F^2$$

Aplicando la expresión anterior para producción de leche (con h^2_{PL305} , h^2_{P305LE} y h^2_{PL1L} de 0,06, 0,12 y 0,19), se podría obtener un aumento de 240, 480 y 367 kg para la producción de leche ajustada a 305 días, corregida por edad y en la primera lactancia, respectivamente, en la siguiente generación (Cuadro 27). Suponiendo que el intervalo entre generaciones sea de 5 años, el incremento anual sería de 48 kg (PL305), 96 kg (P305LE) y 74 kg (PL1L). Por supuesto esta selección y sus logros se puede modificar si la selección se concentra en los sementales reproductores o vacas reproductoras y vaquillas de reemplazo o en todos juntos.

Cuadro 27 Cambio genético en la producción láctea durante una generación, con la selección de vacas en el rango de una desviación estandar.

Característica	Media (1984)	Media(1989)	Incremento
PL305 kg	3379 ± 103	3859 ± 63	240
P305LE kg	3744 ± 103	4224 ± 63	480
PL1L kg	2929 ± 78	3150 ± 42	367

Este tipo de selección solamente es aplicable a la producción láctea puesto que las otras características estudiadas tienen un h^2 tendiente a cero.

5. CONCLUSIONES

Las conclusiones que se pueden hacer en base a los resultados obtenidos en el presente trabajo bajo las condiciones del trópico seco de Nicaragua son las siguientes:

1. La producción de leche encontrada para la raza Pardo Suizo y sus cruces en el trópico seco de Nicaragua es de 3682 ± 232 kg, 3925 ± 125 kg y 4460 ± 142 kg por lactancia para la producción de leche en la primera lactancia (PL1L), producción de leche corregida a 305 días (PL305) y producción de láctea ajustada a 305 días y por edad de la vaca al parto, respectivamente.

2. Las vacas cruzadas muestran mayor eficiencia productiva y reproductiva que las vacas puras Pardo Suizo, bajo las condiciones del trópico seco de Nicaragua.

3. La época seca no incide sobre la producción de leche, por el riego y los altos niveles de concentrado utilizados para contrarrestar el efecto negativo que puede tener la época seca en el hato.

4. El período de lactancia osciló a través de los años de estudio, de 460 ± 26 días a 295 ± 6 días, mostrando la gran variabilidad existente debido a efectos ambientales y de manejo.

5. La máxima eficiencia alcanzable para el período seco es de 58 ± 4 días logrado en 1976 en todo el hato, aunque las vacas al menos 50% Pardo Suizo en 1975 promediaron 47 ± 7 días para esta característica.

6. En el trópico seco de Nicaragua se pueden alcanzar edades al primer parto inferiores a los 30 meses, en la raza Pardo Suizo y sus cruces, hecho logrado en 5 de los 14 años del estudio.

7. Se puede hacer selección en base a la producción de la primer lactancia en virtud de que la h^2 fue $0,20 \pm 0,09$, así como para P305LE cuyo valor de h^2 fue de $0,13 \pm 0,04$ en el ganado Pardo Suizo con esperanza de ganancias genéticas por generación hasta 480 kg, bajo las condiciones del trópico seco de Nicaragua.

8. El efecto de ajustar por edad de la vaca fue importante en cuanto a las estimaciones de los parámetros genéticos, h^2 y R. La h^2 para PL305 y P305LE fue de $0,09 \pm 0,04$ y $0,13 \pm 0,04$, respectivamente, significando un aumento de 40%, mientras que el valor estimado de R fue de $0,24 \pm 0,02$ para PL305 y $0,28 \pm 0,02$ para P305LE significando un cambio de 17%.

9. Las características reproductivas (edad al primer parto, período abierto, período de gestación e intervalo entre partos) mostraron índices de herencia cercanos a cero ($0,03 \pm 0,10$, $0,09 \pm 0,07$, $0,09 \pm 0,07$ y $0,03 \pm 0,04$, respectivamente)

10. Pareciera ser que los efectos genéticos no aditivos, no tuvieron influencia significativa para modificar los índices de herencia para PL1L, PL305, P305LE, período de lactancia y período seco, pero sí para el período abierto, edad al primer parto, período de gestación e intervalo entre partos. Esto se comprueba con la similitud del índice de herencia entre el valor de h^2 estimado en Pardo Suizo vs. el valor de h^2 estimado en todo el hato.

11. El efecto de cruzamiento para producción láctea en condiciones tropicales, se refleja en que el pico de lactancia ocurra a edades tardías, 8 y 9 años de edad. Esto a su vez puede implicar una productividad total mayor que la raza especializada, en este caso Pardo Suizo que alcanzó su pico de lactancia a los 7 años de edad.

12. Las correlaciones genéticas y fenotípicas entre las diferentes características en estudio, muestran que se puede hacer selección para producción de leche, sin influenciar las características reproductivas en forma significativa, pero sí influyendo positivamente el período de lactancia.

13. En cuanto a las características reproductivas como edad al primer parto, período abierto e intervalo entre partos, los resultados obtenidos en el presente estudio fuertemente sugieren la necesidad de enfatizar aspectos de manejo reproductivo o alimentario del hato en forma consistente.

14. Existen indicaciones (aunque son fenotípicas) en el presente estudio, que mientras mas temprano empieza a producir una vaca tendrá mayor vida productiva, que a su vez se traduce en mayor número de lactancias, por lo tanto en mayor volumen de leche total producida por vida productiva.

6. LITERATURA CITADA.

1. ALBRIGHT, J.L. ; ALLISTON, C.W. 1971. Effects of varying the environment upon the performance of dairy cattle. *Journal of Animal Science (E.E.U.U)* 32(3):566-577.
2. ALEXANDER, G.I. ; REASON, G.K. ; GALE, G.M. ; CLARK, C.H. 1984. Rendimiento de la raza Frisona-Sahiwal Australiana. *Revista Mundial de Zootecnia (Italia)* 52:13-16.
3. ALVAREZ, J. 1975. Evaluación de 25 años de selección en un hato lechero del trópico húmedo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 58 p.
4. AMOS, H.E.; KISER, T.; LONENSTEIN, M. 1985. Influence of milking Frequency on productive and reproductive efficiencies of dairy cows. *Journal of Dairy Science (EE.UU)* 68(3):732-739.
5. BADINGA, L.; COLLIER, J.R.; THATCHER, W.W.; WILCOX, C.J. 1985. Effects of climatic and management factors on conception rate of dairy cattle in subtropical environment. *Journal of Dairy Science (EE.UU)* 68(11):78-85.
6. BARR, H.L. 1975. Influence of estrus detection on days open in dairy cattle herds. *Journal of Dairy Science (EE.UU)* 58:246-247.
7. BASU, S.B.; BHTNAGAR, D.S.; TANEJA, V.K. 1985. Genetic and phenotypic parameters of life time-traits in Tharparkar cows. *Animal Breeding Abstracts (G.B)* 53(6):455.
8. BATH, D.L. 1985. Symposium: The dairy cow of the future-biological requeriments for economic efficiency. *Journal of Dairy Science (EE.UU)* 68(6):1579-1584.
9. BATRA, T.L.; McALLISTER, A.J.; CHESNAIS, J.P.; DARISSE, J.P.F.; EMSLEY, A.B.; LEE, J.A.; ROY, G.L.; VESLEY, J.A.; WINTER, K.A. 1983. Comparison of the heifer reproduction traits of the daughters of several sire groups. *Canadian Journal of Animal Science (Can.)* 63:269-278.
10. BECKER, W.A. 1975. Manual of quantitative genetics. 3ed. Washington State University, 170 p.

11. BEJARANO, E.G. 1979. Producción de leche de cuatro grupos raciales en el trópico húmedo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 72 p.
12. BENYA, E.G.; WILCOX, C.J.; MARTIN, F.G.; KRIENKE, W.A. 1974. Parámetros genéticos para producción y composición de la leche. Memoria ALPA (Méx) 9:75-76.
13. BODISCO, V.; CEVALLOS, E.; CARNEVALI, A. 1966. Influencia de la estación climática sobre la producción de vacas criollas lecheras. In Reunión Latinoamericana de Producción animal (I, 1966, Maracay, Ven.) Memoria. México, D.F., ALPA. p.141-153.
14. _____; CARNEVALI, A.; CEVALLOS, E.; GOMEZ, J.R. 1968. Cuatro lactancias consecutivas en vacas Criollas y Pardo Suizas en Maracay, Venezuela. Memoria ALPA (Méx.) 3:61-75.
15. _____; FUENMAYOR, C.; CEVALLOS, E. 1969. Primer parto de vacas Holstein y Pardo Suizo en el Centro de Investigaciones Agronómicas. Agronomía Tropical (Ven.) 19:229-308.
16. _____; VERDE, O; WILCOX, CH.J. 1971. Producción y reproducción de un lote de ganado Pardo Suizo. Memoria ALPA (Méx.) 6:81-95.
17. _____; RODRIGUEZ, A.; ALFARO, E.; MENDOZA, S. 1978. Primera lactancia de tres generaciones Holstein y Pardo Suiza en Maracay, Venezuela. Memoria ALPA (Méx.) 13:144.
18. _____; ABREU, O. 1981. Producción de leche por vacas Criollas puras. In Recursos genéticos animales en América Latina:ganado criollo y especies de altura. Ed. by Berndt Muller-Haye y Juan Gelman. Roma, FAO. p. 17-39.
19. BREINHOLT, A.K.; GOWEN, A.F.; NWOSU, C.C. 1981. Influencia de los factores ambientales y animales sobre el pastoreo diurno y nocturno de vacas importadas Holstein-Friesian en las tierras bajas del trópico húmedo de Nigeria. Producción Animal Tropical. (Rep.Dom.) 6(4):328-336.
20. BUVANENDRAN, V. 1977. Production characteristics of Jersey-Sindhi grades in Sri Lanka. Australian Journal of Agricultural Research (Aust) 28(4):747-753.

21. CARMONA, S.; MUÑOZ, H. 1966. Intervalo entre partos y número de servicios por preñez en vacas Criollas, Jersey y encastadas de Suizo en clima tropical húmedo. In Reunión Latinoamericana de Producción Animal (1, Maracay, Ven). Memoria. México, D.F., ALPA. p.7-19.
22. CARNEIRO, G.G.; LUSH, J.L. 1954. Reproductive rates and growth of purebred Brown Swiss cattle in Brazil. Journal of Dairy Science (EE.UU) 37:1145-1157.
23. CERRADA, G.; BODISCO, V.; BRUN, A.; ABREU, O. 1978. Producción de leche de mestizos comerciales en el trópico seco. Memoria ALPA (Méx.) 13:142.
24. CLARK, D.R.; TOUCHBERRY, R.W. 1962. Effect of body weight and age at calving on milk production in Holstein cattle. Journal of Dairy Science (EE.UU) 45:1500-1510.
25. COMBELLAS, J.; MARTINEZ, N.; CAPRILES, M. 1981. La raza Holstein en áreas tropicales de Venezuela. Producción Animal Tropical (Rep. Dom.) 6:237-244.
26. DE ALBA, J. 1970. Reproducción y genética animal. México, D.F., SIC, 446 p.
27. -----; KENNEDY, B. 1984. Improving the genetic base for milk production in the humid tropic. Interamerican Dairy Congress 84. Miami 16-18 may.
28. -----; 1985. El Criollo lechero en Turrialba. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Boletín técnico no. 15. 60 p.
29. -----; KENNEDY, B.W. 1985. Milk Production in the Latin American Milking Criollo and its crosses with the Jersey. Animal Production (G.B) 41:143-150.
30. DESHPANDE, K.S.; BONDE, H.S. 1983. Genetic studies on dry period in Holstein-Friesian x Sahiwal cross-breds. Indian Journal of Dairy Science (India) 36(2):166-169.
31. -----; BONDE, H.S. 1983. Genetic aspect of milk yield per day of age at second calving in Friesian x Sahiwal cross-breds. Indian Journal of Animal Science (India) 53(2):189-191.

32. DILLARD, U.; RODRIGUEZ, O.; ROBINSON, O.W. 1985. Estimation of additive and nonadditive direct and maternal genetic effects from crossbreeding beef cattle. *Journal of Animal Science (EE.UU)* 50(4):653-663.
33. DUARTE, F.A.M.; VALLE, A.; LOBO, R.B.; BEZERRA, L.A.F. 1980. Estudio fenotípico y genético de características reproductivas y productivas en la raza Pitangueiras. II. Intervalo entre partos. *Agronomía Tropical (Ven.)* 30(6):325-334.
34. DUARTE-ORTUÑO, A.; THORPE, W.; TEWOLDE, A. Reproductive performance of purebred and crossbred beef cattle in the tropics of México. I. Age at first calving. *Animal Production (G.B)* (en prensa).
35. DUARTE-ORTUÑO, A.; THORPE, W.; TEWOLDE, A. Reproductive performance of purebred and crossbred beef cattle in the tropics of México. II. Calving interval. *Animal Production (G.B)* (en prensa).
36. EL-KERABY, F; ABOUL ELA. 1982. Estudio de algunos factores no genéticos que afectan el comportamiento reproductivo post-parto en vacas Holstein. *Producción Animal Tropical (Rep. Dom.)* 7:329-337.
37. EL-RAZEK, A.B.; HASSAN, A.; SALEM, M.H.; BADAWEY, A. 1982. Effect of sub-tropical climate on the lactational performance of Holstein cows at different stages of lactation. *Indian Journal of Dairy Science (India)* 35(3):285-290.
38. FALCONER, D.S. 1980. Introducción a la genética cuantitativa. Trad. por Fidel Márquez Sánchez. México, D.F., Continental, 430 p.
39. FISHER, L.J.; WALL, J.W.; JONES, S.E. 1983. Weight and age at calving and weight change related to first lactation milk yield. *Journal of Dairy Science (EE.UU)* 66:2167-2172.
40. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 1984. Anuario de Comercio 1983. Roma. 368 p.
41. GARRIDO, J.R. 1976. Fracaso reproductivo de la raza Holstein en Culiacán, Sinaloa, México. *Revista Mexicana de Producción Animal (Méx.)* 8:23-29.

42. GARRONI, J.; VERDE, O. 1976. Producciones parciales y total en ganado Holstein puro. Memoria ALPA (Méx.) 11:171-179.
43. GWAZDAUSKAS, F.C.; WILCOX, C.J.; THATCHER, W. W. 1973. Physiological, environmental, and hormonal factors at insemination which may affect conception. Journal of Dairy Science (EE.UU) 56:873-877.
44. -----; WILCOX, C.J.; THATCHER, W.W. 1975. Environmental and managemental factors affecting conception rate in a subtropical climate. Journal of Dairy Science (EE.UU) 58:88-92.
45. HAFEZ, F.S.E. 1973. Adaptación de los animales domésticos. Trad. por Ramón Palazon, Ana María Palazon y Joaquín Palenzuela. Barcelona, Labor, 562 p.
46. HARGROVE, G.L.; SALAZAR, J.J.; LEGATES, J.E. 1969. Relationship among first lactation and lifetime measurements in a dairy population. Journal of Dairy Science (EE.UU) 651-656.
47. HARVEY, W.R. 1977. User's guide for LSML 76. Columbus, Ohio State University, 76 p.
48. HERNANDEZ, P.A. 1975. Estudio de los caracteres de mayor repercusión económica en la reproducción de los bovinos de leche puros y mestizos. Zona central de Venezuela. Revista Veterinaria Venezolana (Ven.), 18(104):153-175.
49. HUDSON, G.F.; VAN VLECK, L.D. 1984. Inbreeding of artificially bred Dairy Cattle in the northeastern United States. Journal of Dairy Science (EE.UU) 67:161-170.
50. -----; VAN VLECK, L.D. 1984. Effects of inbreeding on milk and fat production, stayability, and calving interval of registered Ayrshire cattle in the northeastern United States. Journal of Dairy Science (EE.UU) 67:171-179.
51. IBARGUREN, J. 1985. Origen del hato del Charco. Granada, Nicaragua, (Comunicación personal).
52. INGRAHAM, R.H.; STANLEY, R.W.; WAGNER, W.C. 1976. Relationship of temperature and humidity to conception rate of Holstein cows in Hawaii. Journal of Dairy Science (EE.UU) 59:2086-2090.

53. JOVANOVAĆ, S.; SKALICKI, Z. 1985. Phenotypic characteristics of dairy performance on the F₁ generations of crossbreds of Friesian with Holstein-Friesian cattle. *Animal Breeding Abstracts (G.B)* 53(5):362.
54. KATPATAL, B.G. 1977. El cruzamiento del bovino lechero en la India. I. Crecimiento y desarrollo del cruzamiento inter-racial. *Revista Mundial de Zootecnia (Italia)* 22:14-20.
55. ----- . 1977. El cruzamiento del bovino lechero en la India. II. Resultados del proyecto global para la India de investigación bovina coordinada. *Revista Mundial de Zootecnia (Italia)* 23:2-9.
56. ----- . 1982. Breeds and crosses for dairy cattle production in the tropics-experimental results. Jabalpur, India, College of Veterinary Science. 76 p. Presentado en: First Brazilian symposium on genetic resources of cattle for milk production in tropics (1, 1982, Juiz de Fora, M.G., Bra.)
57. KUMAR, S. 1980. Genetic and phenotypic relationships among various measures of reproductive performance in Haryana and Tharparkar cows. *Indian Journal of Animal Science (India)* 52(3):150-155.
58. LABEN, R.L.; SHANKS, R.; BERGER, P.J.; FREEMAN, A.E. 1982. Factors affecting milk yield and reproductive performance. *Journal of Dairy Science (EE.UU)* 65:1004-1015.
59. LASSO, G.T.; MELENDEZ, N.F.; SCOFFIELD, J. 1982. El grado de condición de vacas Holstein y la relación con su producción y fertilidad en el trópico húmedo. *Producción Animal Tropical (Rep. Dom.)* 7:208-214.
60. LEDEZMA, H.J.; PADILLA, G.E.; ROJAS, C.H. 1980. Duración del estro y tiempo de ovulación en vacas Holstein y Pardo Suizo bajo condiciones tropicales. *Revista Mexicana de Producción Animal (Méx.)* 12:49-50.
61. LOBO, R.B.; VALLE, A.; DUARTE, F.A.M.; WILCOX, C.J. 1980. Estudio fenotípico y genético de características reproductivas y productivas en la raza Pitangueiras. I. Duración de la gestación. *Agronomía Tropical (Ven.)* 30(6):315-324.

62. MAGOFKE, J.C. 1964. Estimación del mejoramiento genético en producción de leche, grasa y largo de lactancia en el ganado criollo lechero de Turrialba. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 110 p.
63. -----; DE ALBA, J.; MUÑOZ, H. 1966. Informe de progreso sobre mejoramiento genético de ganado Criollo lechero en Turrialba. Memoria ALPA (Méx.) 1:77-103.
64. -----; BODISCO, V. 1966. Estimaciones del mejoramiento genético del ganado Criollo lechero en Maracay, Venezuela, entre los años 1955-64. Memoria ALPA (Méx.) 1:105-127.
65. MALTOS, J.R.; CARTWRIGHT, T.C. 1971. Producción de leche bajo condiciones de trópico húmedo. Hatos fundadores de Jersey y Criollo en Turrialba, Costa Rica. Memoria ALPA (Méx.) 6:187.
66. MARTINEZ, N.; GALINDO, S.; COMBELLAS, J. 1982. Comportamiento productivo y reproductivo de un rebaño Hostein en Maracay, Venezuela. Producción Animal Tropical (Rep.Dom) 7:33-41.
67. -----; VERDE, O.; FENTON, F.R.; LOPEZ, S. 1982. Efecto del cambio de peso durante los primeros 90 días de lactancia sobre la reproducción. Producción Animal Tropical (Rep.Dom.) 7:112-119.
68. MARTINEZ, O.R.; GARCIA, R. 1983. Efecto del peso vivo al parto y el nivel de concentrado en la producción de leche de vacas en pastoreo. Producción Animal Tropical (Rep. Dom.) 8:122-128.
69. MARTINEZ, Z.A. 1979. Análisis productivo y económico de un hato de ganado lechero en el departamento de San Miguel, El Salvador. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 80 p.
70. MILLER, P.; VAN VLECK, L.D.; HENDERSON, C.R. 1967. Relationships among herd life, milk production and calving interval. Journal of Dairy Science (EE.UU) 50(8):1283-1287.
71. MORALES, H.T.; AGUILAR, C.A.; HINOJOSA, C.A. 1981. Comportamiento reproductivo de un hato Holstein en la Chontalpa, Tabasco. I. Intervalo parto-primer servicio e intervalo parto-concepción. Veterinaria (Méx.) 12:217-221.

72. _____; AGUILAR, C.A.; HINOJOSA, C.A. 1983. Comportamiento reproductivo de un hato Holstein en la Chontalpa, Tabasco. II. Período de gestación e intervalo entre partos. *Veterinaria (Méx.)* 14:74-79.
73. MORALES, J.C. 1972. 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, 46 p.
74. MURILLO, B.O. 1982. Producción, reproducción y mortalidad de las razas Holstein y Pardo Suizo en Comayagua, Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 74 p.
75. NARVAEZ, G. 1949. La productividad de las razas Jersey y Holstein en clima tropical húmedo y bajo un régimen de estabulación completa. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 76 p.
76. NEGRON, A. 1974. Características de producción y reproducción de un hato lechero en la zona de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 66 p.
77. NGUYEN, V.D.; TANEJA, V.K. 1984. Performance of purebred and crossbred grades for some reproductive traits in India. *Indian Journal of Animal Science (India)* 54(2):141-144.
78. NIEDERMEIER, R.P.; CROWLEY, J.W.; MEYER, E.C. 1983. United States dairying: changes and challenges. *Journal of Animal Sciences (EE.UU)* 57(2):44-57.
79. NORDSKOG, W.A.; KEMPTHORNE, O. 1959. Restricted selection indices. *Biometric (EE.UU)* 15:10-19.
80. OLDS, D.; COOPER, T.; THRIFT, F.A. 1979. Relationships between milk yield and fertility in dairy cattle. *Journal of Dairy Science (EE.UU)* 62:1140-1144.
81. PANDYA, D.K.; JOHAR, K.S.; SINGH, A. 1985. Study of some economic traits of Jersey in tropics. *Animal Breeding Abstract (G.B)* 53(5):363.
82. PARKER, D.S. 1984. Limitantes metabólicas para la producción de leche en los trópicos. *Producción Animal Tropical (Rep.Dom.)* 9:263-269.

83. PATRO, B.N.; RAO, A.S. 1983. Genetic, phenotypic and environmental correlations between some production characters in first two lactations of Red Sindhi cattle. *Indian Journal of Dairy Science (India)* 36(1):107-110.
84. PEROZO, Y.T. 1971. Características de reproducción y producción de un hato Holstein en zona de altura del trópico. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 39 p.
85. PLASSE, D.; WARNICK, A.C.; KOGER, M. 1968. Reproductive behavior of *Bos Indicus* females in a subtropical environment. I. Puberty and ovulation frequency in Brahman and Brahman*British heifers. *Journal of Animal Science (EE.UU)* 27(1)94-100.
86. ----- . 1983. Crossbreeding from beef cattle in the Latin American Tropics. *Animal Breeding Abstracts (G.B)* 51(11):779-797.
87. PONCE, L.R.; RIBAS, M.; CLARO, N. 1982. Preliminary study on reproduction, milk yield and their correlations in Holstein cows. *Cuban Journal of Agricultural Science (Cuba)* 16:237-250.
88. POWELL, R.L. 1985. State and national standardized lactation averages by breed for cows on official test, calving in 1982. *Animal Breeding Abstracts (G.B)* 53(5)363.
89. PRADA, N. 1979. Programa de cruzamiento lechero en Cuba. *Memoria ALPA (Méx.)* 14:163-167.
90. RAMIREZ, S.G.; MARTINEZ, N.D. 1979. Efecto de algunos factores ambientales sobre la producción de leche. *Memoria ALPA (Méx.)* 14:145-146.
91. RIPLEY, R.L.; TUCKER, W.L.; VOELKER, H.H. 1970. Effect of days open on lactation production. *Journal of Dairy Science (EE.UU)* 53:654.
92. RODRIGUEZ, A.; BODISCO, V.; RAMIREZ, M.; GARCIA, E. 1978. Productividad de distintos tipos de ganado mestizo lechero. *Memoria ALPA (Méx.)* 13:187-194.
93. RODRIGUEZ, R.A. 1976. Producción de leche y reproducción de un hato Jersey en la zona alta de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 47 p.

94. RODRIGUEZ, R.; PLANAS, M.T. 1976. Comportamiento productivo y reproductivo de hembras 3/4 Holstein y 1/4 Cebú en condiciones tropicales. Memoria ALPA (Méx.) 11:48.
95. ROMAN, H.; CABELLO, E.; WILCOX, C.J. 1976. Algunos factores relacionados con producción de leche en clima tropical. Memoria ALPA (Méx.) 11:52.
96. -----; FLORES, L. 1980. Comportamiento reproductivo de vacas Holstein y Pardo Suizo en clima tropical. Revista Mexicana de Producción Animal (Méx.) 12:51-52.
97. RUVUNA, F.; McDANIEL, B.T.; McDOWELL, R.E.; JOHNSON, J.E.; HOLLON, B.T.; BRANDT, G.W. 1983. Crossbred and purebred dairy cattle in warm and cool seasons. Journal of Dairy Science (EE.UU) 66:2408-2417.
98. SADANA, D.K.; BASU, S.B. 1981. Production performance of exotic breeds in India. Indian Journal of Dairy Science (India) 34(4):443-447.
99. -----; BASU, S.B. 1982. Lifetime performance of exotic breeds in India. Indian Journal of Dairy Science (India) 34(4):592-593.
100. -----; BASU, S.B. 1983. Reproductive performance of exotic breeds in India. Indian Journal of Dairy Science (India) 36(2):121-124.
101. SALAZAR, D.; HUERTAS, E. 1976. Eficiencia de la producción de leche en el trópico colombiano. Memoria ALPA (Méx.) 11:51.
102. SCHNEEBERGER, C.P.; WELLINGTON, K.E.; McDOWELL, R.E. 1982. Performance of Jamaica Hope cattle in commercial dairy herds in Jamaica. Journal of Dairy Science (EE.UU) 65:1364-1371.
103. SENGER, M.E. 1968. Relaciones entre el nivel alimenticio y reproductivo y producción en ganado lechero. Memoria ALPA (Méx.) 3:188.
104. SHANKS, R.D.; BERGER, P.J.; FREEMAN, A.E.; DICKINSON, F.N. 1982. Genetic and phenotypic relations of milk production and postpartum length with health and lactation curve traits by lactation. Journal of Dairy Science (EE.UU) 65:1612-1623.

105. SHARMA, A.K.; RODRIGUEZ, L.A.; MEKONNEN, G.; WILCOX, C.J.; BACHMAN, K.C.; COLLIER, R.J. 1983. Climatological and genetics effects on milk composition and yield. *Journal of Dairy Science* (EE.UU) 66:119-126.
106. SHARMA, J.M.; DHINGRA, M.M.; GURUNG, B.S. 1982. Note on the genetic and non-genetic factors affecting some production traits in crossbred (Friesian x Sahiwal) cattle. *Indian Journal of Animal Science* (India) 52(1):42-45.
107. SHELTON, M.; CAMPBELL, F. 1968. Influence of environmental adjustments on heritability of weaning weight of range Rambouillet lambs. *Journal of Animal Science* (EE.UU) 21:91.
108. SKJERVOLD, H. 1979. Effects of age at first calving. *Animal Breeding Abstracts* (G.B) 47(4):178.
109. SLAMA, H.; WELLS, M.E.; ADAMS, G.D.; MORRISON, R.D. 1976. Factors affecting calving interval in dairy herds. *Journal of Dairy Science* (EE.UU) 59(7):1334-1339.
110. SOLDATOV, A.P.; RUSANOVA, G.E. 1979. Heritability and repeatability of reproductive traits in cattle. *Animal Breeding Abstracts* (G.B) 47:181.
111. TEODORO, R.L; LEMOS, A.M; BARBOSA, R.T; MADALENA, F.E. 1984. Comparative performance of six Holstein-Friessian * Guzera grades in Brazil. II. Traits related to the onset of the sexual function. *Animal Production* (G.B) 38:165-170.
112. TORRES, B.I. 1972. Comportamiento reproductivo de varios grupos raciales de ganado lechero en el trópico húmedo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 52 p.
113. TURNER, H.N.; YOUNG, S.S. 1969. Quantitative genetics in sheep breeding. Ithaca, New York, Cornell University Press, 332 p.
114. VACCARO, L.P. 1973. Some aspects of the performance of purebred and crossbred dairy cattle in the tropics. I. Reproductive efficiency in females. *Animal Breeding Abstracts* (G.B) 41:571-591.

115. ----- . 1984. El comportamiento de la raza Holstein Friesian comparada con la Pardo Suiza en cruzamiento con razas nativas en el trópico: una revisión de la literatura. Producción Animal Tropical (Rep.Dom.) 9:93-101.
116. VACCARO, R.; VACCARO, L. 1981. Edad al primer parto y parámetros reproductivos en hijas de toros Pardo Suizo y Holstein Friesian. Memoria ALPA (Méx.) 16:153.
117. -----; VACCARO, L. 1982. Edad al primer parto, reproducción y sobrevivencia prenatal en mestizas Holstein Friesian y Pardo Suizas en un sistema intensivo en el trópico. Producción Animal Tropical (Rep.Dom.) 7:201-207.
118. VALLE, A.; AMORIN, A.R. 1980. Parámetros genéticos de la producción de leche, grasa y edad al primer parto en vacas Holstein durante tres generaciones. Agronomía Tropical (Ven.) 30:115-124.
119. VERDE, O.; WILCOX, C.; PLASSE, D.; KOGER, M. 1968. Características de producción lechera de tres hatos en la región tropical húmeda de Venezuela. Memoria ALPA 3:197.
120. ----- . 1978. Producción de leche con mestizos Pardo Suizo. Memoria ALPA (Méx.) 13:140.
121. ----- . 1979. Características productivas de un rebaño mestizo Pardo Suizo. Memoria ALPA (Méx.) 14:141.
122. ----- . 1979. Cruzamiento de bovinos productores de leche en el trópico: resultados de Venezuela. Memoria ALPA (Méx.) 14:155-161.
123. VERMA, S.K.; SINGH, R.N.; SINHA, H.S.; VERMA, J.P. 1973. A study on the performance of the cross-bred grades of Friesian and Sahiwal. Indian Veterinary Journal (India) 50(3):251-256.
124. VITERI, E.V. 1979. Evaluación de la producción de leche y reproducción de un hato de varios grupos raciales en El Salvador. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 81 p.
125. WARWICK, E.J.; LEGATES, J.E. 1980 Cría y mejora del ganado. Trad. de la 7 ed. inglesa por Ramón Elizondo Leal. 3 ed. México, McGraw-Hill. 623 p.

126. WHITE, J.M. 1979. Genética del ganado lechero. I. Revista Mexicana de Producción Animal (Méx.) 11:33-52.
127. ----- . 1980. Genética del ganado lechero. II. Revista Mexicana de Producción Animal (Méx.) 12:3-23.
128. WILKINS, J.V.; PEREYRA, G.; ALI, A.; AYOLA, S. 1979. La producción de leche en los llanos tropicales de Bolivia. Revista Mundial de Zootecnia (Italia) 32:25-32.
129. -----; ROJAS, F.; MARTINEZ, L. 1984. El proyecto de ganado criollo de Santa Cruz, Bolivia. s.l., s.e., 20 p. (CAT documento no.47).
130. WILLIS, M.B.; WILSON, A. 1974. Comparative reproductive performance of Brahman and Santa Gertrudis cattle in a hot humid environment. I. Fertility and descriptive statistics. Journal of Animal Science (EE.UU) 18:35-42.
131. YOUNG, C.M. 1984. Inbreeding and the Gene Pool. Journal of Dairy Science (EE.UU) 67(2):472-477.

APENDICE

Cuadro 1-A. Centroamérica: Importaciones de productos lácteos por país en 1982-83.
(FAO - 1983). Toneladas métricas.

PAIS	Leche fresca		Leche en polvo		Cond. y Evap.		Mantequilla		Queso y cuajada		T O T A L	
	1982	1983	1982	1983	1982	1983	1982	1983	1982	1983	1982	1983
Costa Rica	-	-	2200	2000	1500	1350	-	-	220	220	3920	3570
El Salvador	498	500	8024	19366	-	-	69	150	374	220	8965	20236
Guatemala	-	-	7202	9200	200	150	100	100	-	-	7502	9450
Honduras	3	-	4087	6071	212	100	71	100	53	40	4426	6311
Nicaragua	-	-	10788	7780	-	-	991	1000	18	-	11797	8780
T O T A L	501	500	32301	44417	1912	1600	1231	1350	665	480	36610	48347

Apéndice 2A. Precipitación, temperatura y humedad relativa de la Estación Meteorológica de Nagarote, Nicaragua, durante los años 1971-1983.

Meses	Precipitación mm	Temperatura °C	Humedad Relativa %
Enero	0.3	27.8	57
Febrero	0	28.6	53
Marzo	4.2	29.6	52
Abril	7.9	30.4	52
Mayo	262.4	29.6	64
Junio	170.4	28.1	73
Julio	63.7	28.9	66
Agosto	101	28.9	67
Setiembre	324.1	27.6	76
Octubre	258.1	27.2	78
Noviembre	65.4	27.4	71
Diciembre	1.6	27.6	61
Prom. Anual	1259.5	28.4	64

Fuente: Instituto Nicaraguense de Energía. Oficina de Datos Básicos.

Cuadro 3A Medias de mínimos cuadrados de la interacción
grupo racial por edad para PL305.

Grupo racial	Edad	N	Media ± e.e
Pardo Suizo	2	271	2593 ± 56
Pardo Suizo	3	422	2773 ± 53
Pardo Suizo	4	346	3337 ± 58
Pardo Suizo	5	240	3710 ± 67
Pardo Suizo	6	130	3770 ± 83
Pardo Suizo	7	67	3914 ± 106
Pardo Suizo	8	30	3512 ± 146
Pardo Suizo	9	7	3415 ± 276
Pardo Suizo	10	1	3391 ± 703
3/4 P.Suizo	2	149	2623 ± 66
3/4 P.Suizo	3	220	2817 ± 55
3/4 P.Suizo	4	203	3351 ± 56
3/4 P.Suizo	5	181	3715 ± 60
3/4 P.Suizo	6	152	3716 ± 65
3/4 P.Suizo	7	134	3689 ± 70
3/4 P.Suizo	8	68	3826 ± 94
3/4 P.Suizo	9	51	3961 ± 109
3/4 P.Suizo	10	41	3760 ± 124
1/2 P.Suizo	2	24	2823 ± 160
1/2 P.Suizo	3	69	2983 ± 106
1/2 P.Suizo	4	72	3402 ± 98
1/2 P.Suizo	5	67	3535 ± 98
1/2 P.Suizo	6	62	3755 ± 100
1/2 P.Suizo	7	54	3772 ± 105
1/2 P.Suizo	8	37	4014 ± 124
1/2 P.Suizo	9	14	3506 ± 193
1/2 P.Suizo	10	13	3678 ± 211

Cuadro 4.A. Componentes de varianza para padres de vacas dentro de grupo racial ($\sigma_{P/GR}^2$), vacas dentro de padre y grupo racial ($\sigma_{V/P/GR}^2$) y error, para cada característica estudiada en todo el hato. Modelo 2.

Característica	$\sigma_{P/GR}^2$	$\sigma_{V/P/GR}^2$	σ_e^2	σ^2 Total*
P 305	13074.8 (24.93) ^a	144406.84 (2.74)	437764.25	595245.96
P305LE	24014.28 (26.02)	218531.94 (2.75)	551768.88	794315.1
Período Lactancia	101.75 (25.98)	238.54 (2.75)	2977.17	3317.46
Período Seco	5.32 (15.72)	209.24 (1.95)	1006.07	1220.63
Período Abierto	58.88 (15.79)	100.29 (1.95)	2641.77	2800.94
Período Gestación	0.73 (25.15)	3.71 (2.68)	28.2	32.64
IEP	28.15 (19.3)	191.87 (2.22)	3072.06	3292.08

$$* \sigma^2 \text{ Total} = \sigma_{P/GR}^2 + \sigma_{V/P/GR}^2 + \sigma_e^2$$

^aCoefficientes de los respectivos componentes de varianza

Cuadro 5.A. Componentes de varianza para padre de vacas (σ_P^2), vacas dentro de padres ($\sigma_{V/P}^2$) y el error (σ_e^2) para las características estudiadas en Pardo Suizo. Modelo 3.

Característica	σ_P^2	$\sigma_{V/P}^2$	σ_e^2	σ^2 Total*
PL 305	9094.07 (23.29) ^a	192685.69 (2.23)	421983.46	623763.22
P305LE	24421.15 (24.84)	308169.6 (2.24)	541598.08	874188.83
Periodo Lactancia	110.16 (23.8)	298.18 (2.23)	2748.53	3156.87
Periodo Seco	11.05 (15.47)	286.64 (1.61)	1136.9	1433.93
Periodo Abierto	133.33 (15.46)	121.05 (1.61)	2436.9	2691.28
Periodo Gestación	0.11 (27.18)	3.02 (2.4)	30.36	33.49
IEP	97.71 (18.64)	114.96 (1.77)	3517.41	3730.08

$$* \sigma^2 \text{ Total} = \sigma_{P/GR}^2 + \sigma_{V/P/GR}^2 + \sigma_e^2$$

^aCoeficiente de los respectivos componentes de varianza.

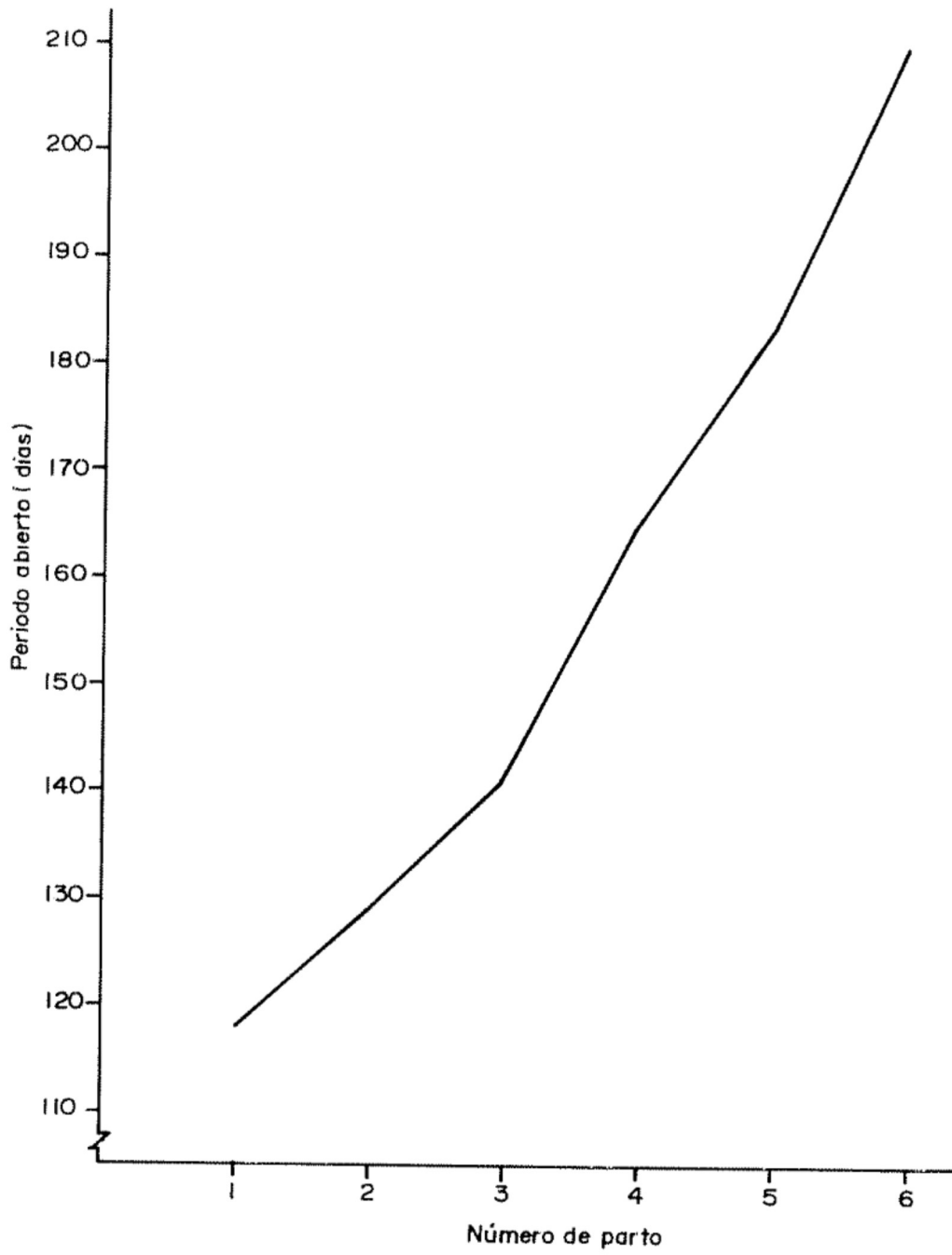


Fig IA. Período abierto según el número de parto

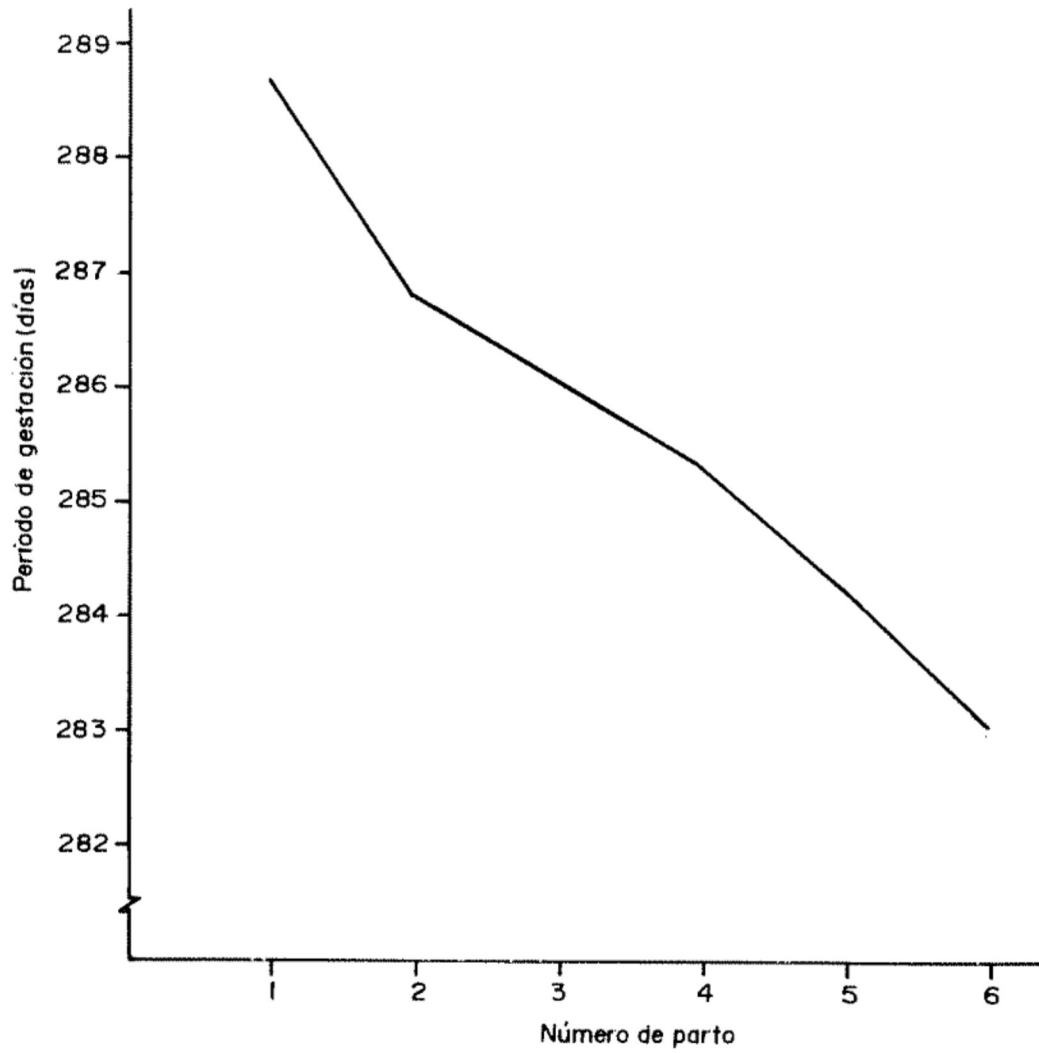


Fig 2A. Periodo de gestación según el número de parto

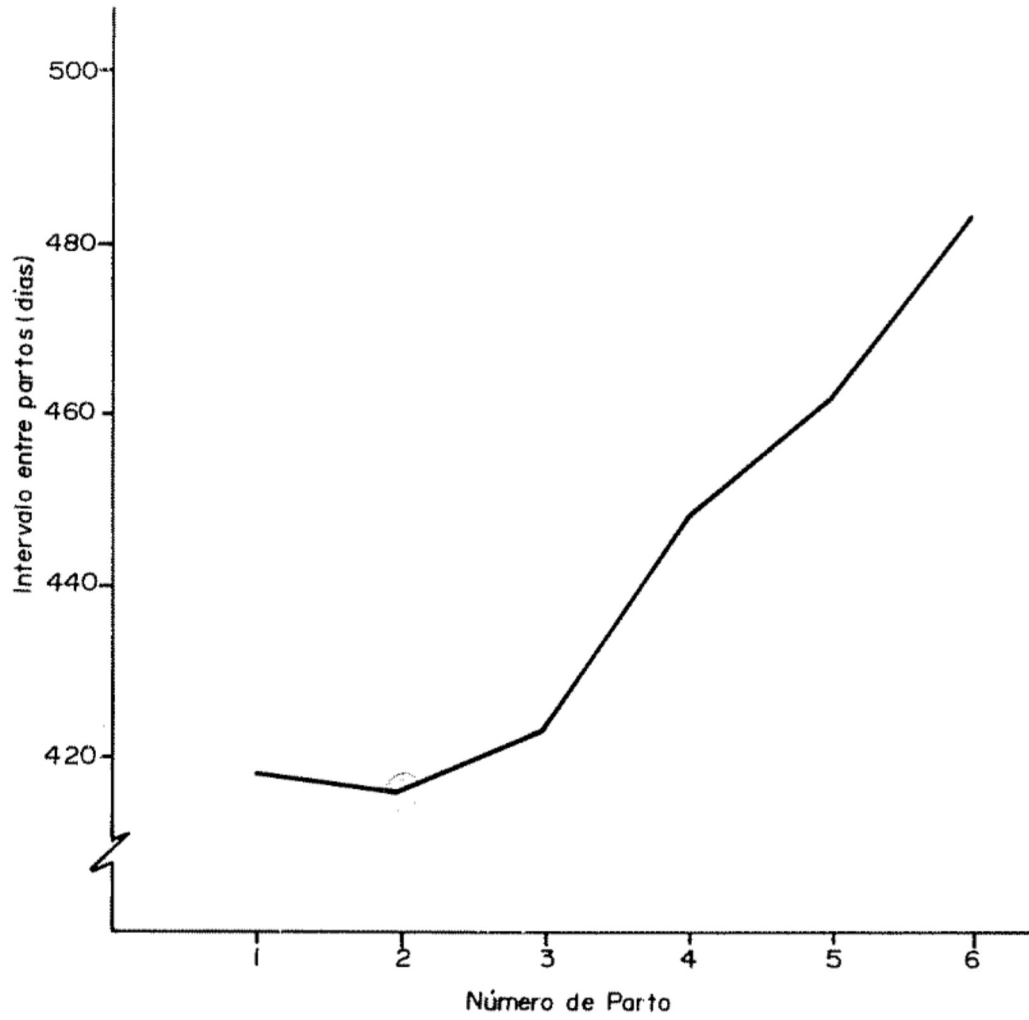


Fig 3A. Intervalo entre partos según el número de parto